बालकोश



भाग पहिला

गणेश रंगो भिडे, बी. ए.



भाग पहिला

संपादक

गणेश रंगो भिडे, बी. ए.

(मुख्य संपादक : 'व्यावहारिक ज्ञानकोश')

जून १९४२.

प्रकाशक :
व्यावहारिक ज्ञानकोश मंडळ लि०
कोल्हापूर.

★ या भागांतील **सापेक्षतावाद व विश्वाची अंतिम घटना** पृष्ठें ५७ ते ६९ प्राध्यापक द. श्री. जोग, एम्. एस्‌सी. यांनीं लिहिला असून इतर सर्व मजकूर संपादकांनीं लिहिलेला आहे.

★ चित्रकार श्री. ना. कुलकर्णी यांनीं पृष्ठें १९, ३१, ३७, १७३, २०१, २१३, २४७ वरील चित्रें काढलीं आहेत.

चित्रकार गणपतराव वडणगेकर यांनीं पृष्ठें ७३, ९८, १०१, २२०, २५३, २५५, २५७, २५९, २६१, २६३ वरील चित्रें काढलेलीं आहेत.

नकाशे, फोटो व २४९ वरील चित्र व्यावहारिक ज्ञानकोशांतील असून इतर सर्व आकृति ग. रं. भिडे यांनीं काढलेल्या आहेत.

मुद्रक :
कृ. ह. सहस्रबुद्धे,
श्रीज्ञानेश्वर छापखाना,
कोल्हापूर.

आरंभीं—

हें स्पष्ट केलें पाहिजे, कीं या कोशाचें नांव ‘बालकोश’ असलें तरी तो प्रौढ मुलांच्यासाठीं म्हणून तयार होत आहे. सध्यांच्या शैक्षणिक प्रमाणानेंच सांगायचें तर साधारणत: इंग्रजी दुसरी तिसरी ईयत्तेच्या मुलांपासून थेट कॉलेजच्या विद्यार्थ्यांपर्यंत याचा उपयोग झाला पाहिजे, अशी माझी दृष्टि आहे. म्हणजे वाचनाची संवय झालेल्या व चांगली समज उत्पन्न झालेल्या मुलांमुलींना निश्चितपणें यांतले अनेक विषय सहज समजतील, असा मला विश्वास वाटतो. बुद्धि, जिज्ञासा आणि ग्रहणशक्ति जशी वाढत जाईल तसतसे यांतील कठीण वाटणारे विषय समजत जातील.

कॉलेजच्या विद्यार्थ्यांना सुद्धां या कोशाचा उपयोग खास होईल. कॉलेजच्या विद्यार्थ्यांच्या ज्ञानाचें क्षितिज किती अरुंद आहे आणि आजच्या विज्ञानयुगांत ज्या आवश्यक गोष्टींचें ज्ञान असणें खरोखरी अवश्य आहे तेवढेंहि त्यांना असत नाहीं, हें मीं गेलीं चार वर्षें कॉलेजांतच घालविलीं असल्यानें अनुभवानें सांगूं शकतों. आज शिक्षणाचा बभ्रा फार झाला आहे. डिग्री असल्याशिवाय सुखानें आयुष्य घालविण्याला अडचणी उत्पन्न होतील, म्हणून भराभर कॉलेजांत विद्यार्थी जातात, एखाद्या विषयाचा अभ्यास करतात आणि मोकळे होतात! कॉलेजच्या अध्ययनांत त्यांचें मन रमत नाहीं, त्यांच्या मनाचा शिस्तवार विकास होत नाहीं, कांहीं नवीन ऐकण्याच्या बाबतींत, आपल्याभोंवतीं खरोखरी काय चाललें आहे तें पाहण्याच्या बाबतींत, समजून घेण्याच्या बाबतींत तो उदासीन असतो. ज्ञान म्हणजे काय हेंच त्याला समजलेलें नसतें, त्यामुळें विद्वानांच्या श्रमाची किंमत त्याला कळत नाहीं. इतकेंच काय, पण १०–१५ वर्षें शिक्षणांत घालवून स्वतंत्र विचार करण्याचीहि त्याला ताकद येत नाहीं. माझ्या मतानें याचें कारण एकच कीं, या सृष्टींत काय चाललं आहे त्याची कारणपरंपरा त्याला माहीत नसते. सामान्य गोष्टींचा व चमत्कारांचा त्याला उलगडा झाला नाहीं, कीं खरोखरी तो सुंद होतो, पण अहंकार वाढूं लागल्यामुळें त्या गोष्टी समजून घेण्याऐवजीं तो त्याविषयीं बेफिकीर बनतो, आणि त्याचें पर्यवसान मनोवृत्ति बेजबाबदार होण्यांत होतें.

शाळेंत काय किंवा कॉलेजांत काय, आज ठराविक विषयांचें ठराविक पद्धतीनें शिक्षण मिळतें. ठराविक पद्धतीनें अभ्यास केला, कीं परीक्षा आणि पदव्या मिळत जातात. पण आजच्या कालाला योग्य असा बहुश्रुतपणा फार क्वचित् ठिकाणीं पाहायला मिळतो. बहुतेक लोक सर्व विषयांवर सुंदर गप्पा मारतात, पण त्याचा अर्थ ते विषय त्यांना समजले आहेत, असा मात्र समजूं नये. इतकें सर्व सांगण्याचा हेतू हा, कीं मुलांच्या बुद्धीचा विकास लहानपणापासून होत गेला पाहिजे व त्यासाठीं या पुस्तकासारख्या पुस्तकांची आवश्यकता आहे.

पण या प्रकारचीं पुस्तकें किंवा वाङ्मय लहान मुलांना घेऊन देणारी वडील मंडळीच असतात. त्यांनीं या गोष्टीचा विचार केला पाहिजे. जें शाळेंत मिळत नाहीं तें त्यांना घरीं मिळवून दिलें पाहिजे. प्रामाणिकपणें त्यांनीं हें पुस्तक पाहावें व आपल्याला जी माहिती आहे ती पडताळून पाहावी म्हणजे या पुस्तकाची उपयुक्तता कळेल. 'व्यावहारिक ज्ञानकोशा'च्या प्रती खपविण्यासाठीं मला स्वतःला बरेंच भटकावें लागलें. तो कोश खपवितांना निमूटपणें कांहीं गोष्टी ऐकाव्या लागत व त्यांना होकारार्थी मान हालवावी लागे, शब्द उच्चारावे लागत. पुष्कळांच्या तोंडून (चांगल्या पदवीवाल्या प्रौढ सुशिक्षितांच्याकडून बरं का !) उद्गार निघत, कीं " इंग्रजींतील Book of Knowledge हा अगदीं अप्रतिम ग्रंथ. काय त्यांतली ती माहिती आणि ज्ञान ! " मला त्यांच्या या उद्गारांचें हंसूं येई. एक कारण असें कीं Book of Knowledge हा ग्रंथ इंग्लंडमधल्या मुलांच्यासाठीं रचलेला आहे. शिवाय त्यांतला बराच भाग बायबलमधल्या कथा, अप्सरांच्या, देवदूतांच्या व मौजेच्या कथा नि कविता, व इंग्लंडच्या इतिहासांतील अनेक प्रकरणें यांनीं निम्याहून अधिक भरला आहे आणि तो ग्रंथ म्हणजे आमच्या प्रौढांना कौतुकास्पद वाटतो, याचा माझ्या दृष्टीनें एवढाच अर्थ निघतो, कीं आमच्याकडील प्रौढांच्या ज्ञानाचें क्षितिज अत्यंत अरुंद आहे. खरोखरी याचा विचार आपण आतां केलाच पाहिजे. हिंदुस्थानच्या स्वातंत्र्याची घटका अगदीं जवळ येत चाललेली आहे. आणि हें स्वातंत्र्य टिकविण्याचें कार्य ज्या तरुणांना करावें लागणार त्यांची बौद्धिक वाढ ही झालीच पाहिजे. असो. आतां या कोशासंबंधींच लिहितों.

कोश म्हणजे बोलूनचालून माधुकरी किंवा उसनी शिधोरी म्हणा हवी तर! तेव्हां यांत अगदीं नवीन असें कांहीं सांपडणार नाहीं. मांडण्याची पद्धत तेवढी माझी, यापेक्षां दुसरें माझें असें यांत कांहीं नाहीं. हें मांडतांना मात्र मीं काय केलें आहें व करणार आहें हें सांगतों. कथाकवितांनीं किंवा रोमांचकारी इतिहासांतील प्रसंगांनीं मला पानें भरायचीं नाहींत. अर्थात् बहुतेक सर्व विषय शास्त्रीय येणार आहेत. पहिल्या भागांत विश्वाच्या उत्पत्तिपासून मनुष्याच्या उत्पत्तिपर्यंतचा विषय घेतला आहे. त्यांत पृथ्वीसंबंधीं आलेली माहिती पाहून सर्वांना वाटेल, 'अरे, हा तर शाळेंतला भूगोल सांगायला लागला!' होय, गोष्ट खरी आहे. पण शाळेंतला भूगोल 'भूगोल' विषयाची माहिती देण्यासाठीं ती माहिती देतो. मी ती हें विश्व म्हणजे काय कोडें आहे आणि मनुष्याशीं त्याचा संबंध काय हें सांगण्यापुरताच भूगोल सांगतों आहें. त्यामुळें शाळेंतल्या भूगोलापैकीं कितीतरी विषय यांत गळलेले आहेत व शाळेंतल्या कुठल्याहि भूगोलांत नसलेला 'भूगोल' यांत आलेला आहे, असें दिसून येईल. शास्त्रीय विषय समजून देतांना तो जास्तींत जास्त सुबोध करण्यासाठीं अगदीं काटेकोर पद्धतीनें अर्थ सांगून तो विषय क्लिष्ट करीत बसण्यापेक्षां मूळ तत्त्वाला बाध येणार नाहीं, अशा रीतीनें अवश्य तेथें मुरड देऊन तो विषय मांडलेला आहे. चित्रें काढतांना देखील हीच दृष्टि ठेवलेली आहे. तेव्हां प्रौढ वाचकांनीं विशेषतः त्या त्या विषयांतील तज्ज्ञांनीं अमक्या ठिकाणीं अमूक भाग गाळला अशी तक्रार करूं नये.

मुलांना विषय व्यवस्थितपणें समजावेत म्हणून जितक्या सुबोधपणें सांगतां येईल तेवढा प्रयत्न केला आहे व त्यानुसार मुद्दाम चित्रें काढून घेतलीं आहेत. त्यांतून कदाचित् पहिल्याच वाचनांत विषय समजणें अवघड वाटल्यास त्यांना ते पुन्हां वाचण्यास सांगावेत. मराठी व इंग्रजी शाळांतील शिक्षकांना हा कोश, या कोशांतील विविध माहिती मुलांना सांगून वर्गांत लक्ष वेधून घेण्यास व जिज्ञासा वाढविण्यास उपयोगीं पडेल.

वास्तविक हा भाग फेब्रुवारी–मार्चमध्येंच प्रसिद्ध व्हावयाचा; पण माझ्या आजारीपणामुळें इतका वेळ लागला. जे गृहस्थ आगाऊ ग्राहक झाले आहेत त्यांना या उशीरामुळें काय वाटलें असेल याची मला कल्पना

आहे. पण माझा या बाबतींत अगदीं नाइलाज झाला. दुसऱ्या भागाची तयारी चालू झाली आहे. आक्टोबर–नोव्हेंबरपर्यंत दुसरा भाग ग्राहकांच्या हातीं पडेल. सध्या महागाई किती झाली आहे हें मीं सांगायला पाहिजे असें नाहीं. तरीहि किंमत जितकी कमी ठेवतां येईल तितकी ठेवली आहे. यापेक्षां लहान आकाराच्या (क्राऊन साईज) पुस्तकांची किंमत १०० पृष्ठास १ रुपाया याप्रमाणें ठेवतात. तेव्हां डेमी साइझच्या सचित्र पुस्तकांस १००० पृष्ठाला १५ रुपये ही किंमत मुळींच जास्त नाहीं हें कोणालाहि पटेल. पूर्वीपेक्षां दुप्पटीतिपटीनें कागद, ब्लॉक्स, बायंडिंगचा खर्च वाढला आहे. तरीहि हें धाडस यशस्वी ठरेल या विश्वासानें या कार्याला सुरवात केली आहे.

छपाईंत कांहीं चुका राहून जातील त्या तिसऱ्या भागांत सांगून दुरुस्त करून घेणार आहे. प्रौढ वाचकांनींहि कोणत्याहि तऱ्हेच्या चुका राहिलेल्या आढळल्यास मला कळविण्याची कृपा करावी.

–ग. रं. भिडे

मुलांनो !

तुम्ही पुष्कळ वेळां आपल्या घराच्या अंगणांत, गच्चीवर उभे राहून रात्रीच्या वेळीं चंद्राकडे व त्याच्याभोंवतीं लुकलुकणाऱ्या ताऱ्यांकडे पाहात कितीतरी वेळ घालविला असेल. ' सूपभर लाह्या, मधें रुपाया ' हा उखाणा घालून एकमेकांच्या चातुर्याची तुम्हीं परीक्षाहि घेतली असेल ! चांदण्यांतून फिरण्यांत, खेळण्यांत किंवा गप्पा मारण्यांत तुम्हीं कितीतरी वेळ घालविला असेल. चंद्रग्रहण तुम्हीं कधीं पाहिलें आहे काय ? चंद्र एका बाजूनें वर्तुला-कार काळा पडत चाललेला व कांहीं काळानें पुन्हां तो शुभ्र होत चाललेला तुम्हीं पाहिला आहे ना ? असा हा प्रकार दर महिन्यांत घडतो का ? नाहीं. मग तो केव्हां व कां घडतो हें आहे तुम्हांला नाहींत ? काय, नाहीं ? बरं, अंधाऱ्या रात्रीं काळ्याकुट्ट आकाशांत चमचमणाऱ्या चांदण्या तुम्ही किती वेळ तरी पाहतां. पण अशा चांदण्या आहेत तरी किती हें तुम्हीं कधीं चांदण्या मोजून पाहिलें आहे काय ? तुम्हीं एकदां नव्हे वाटेल तितका वेळ प्रयत्न करून पाहा, त्या तुम्हांला मोजतांच येणार नाहींत. कारण ? कारण त्या लक्षावधी आहेत, हें एक; पण खरें कारण हें कीं २५–३० चांदण्या मोजून झाल्यावर कोणती चांदणी मोजली व कोणती मोजायची राहिली हेंच लक्षांत येत नाहीं. पुष्कळदां एकादी चांदणी मोजायला जाऊन तिचा क्रमांक उच्चारावा तोंच ती एकदम दिसेनाशी होते; आणि अगदीं थोड्या अवधींत ती पुन्हां चमचमत असलेली तुम्हांला दिसून येते; आणि असा कांहीं वेळ गेला म्हणजे आपण कुठल्या चांदणीपासून चांदण्या मोजा-याला सुरवात केली हेंसुद्धां खात्रीपूर्वक सांगतां येत नाहीं. तुमचीच अशी गंमत होते असें समजूं नका. अगदीं शहाण्या आणि मोठ्या माणसांचीसुद्धां अशीच फजिती होते. इतकं चांदण्या मोजायचं हें कार्य कठीण आहे !

हें चांदण्या मोजायचं आपण सोडून देऊं. पण त्या मध्येंच कां चमचमतात ? कांहीं चांदण्या सारखा प्रकाश देतात, कांही नाहीं, असें कां? माहीत आहे तुम्हांला हें असें कां होतें तें ? नाहीं ?—बरं तर. याच चांदण्यांमध्यें कांहीं चांदण्यांचा प्रकाश पांढरा शुभ्र नसतो. हो, नसतो. एकदां आकाशांत निरखून बघा तर खरं म्हणजे पाहा किती मौज दिसेल ती ! कांहींचा प्रकाश तांबूस, पिवळसर असा दिसतो. अशा चांदण्या फार थोड्या, अगदीं हाताच्या बोटांवर मोजण्याइतक्या. पण या चांदण्यांना तरी असा हा रंगीत प्रकाश कां आणि इतरांना कां नाहीं ? हें तुम्हांला माहीत आहे काय ?

आकाशांतल्या चांदण्यांचें आणि चंद्राचें राहूं दे. पण आपण ज्या या पृथ्वीवर राहतों ती पृथ्वि हीसुद्धां एक चांदणीच आहे हें तुम्हांला माहीत आहे का ? तुमच्या शाळेंत भूगोलाच्या पुस्तकांत तुम्ही पृथ्वि हीसुद्धां आकाशांत आपल्याला दिसणाऱ्या चांदण्यांप्रमाणें एक चांदणी आहे, हें वाचलें असेल; पण ही पृथ्वि नांवाची चांदणी तुम्हांला पहायची झाली तर तुम्हांला दुसऱ्या एखाद्या चांदणीवर जावें लागेल. समजा, तुम्हीं जायचं ठरवलंत तर अगदीं जवळच्या चांदणीवरच तुम्ही जाल. पण ही अगदीं जवळची चांदणीसुद्धां कित्येक हजार मैल लांब आहे; आणि तिथं जाणंसुद्धां खरोखरी अशक्य आहे. कां ? पहिलं कारण असं कीं गुरुत्वाकर्षणामुळें आपल्याला विशिष्ट अंतरापेक्षां पृथ्वि सोडून दूर जाणं कठीण. आणि समजा त्यांतूनहि कांहीं मार्ग काढला तरी तुम्ही पृथ्वीपासून जसे दूर जाल तशी हवा अगदीं विरळ होत जाते, श्वासोच्छ्वास करणें कठीण होतें, थंडी वाढत जाते. आणखींहि कांहीं कारणं आहेत. पण असं समजूंया कीं या सर्व अडचणी दूर करून आपण दुसऱ्या एकाद्या चांदणीवर गेलों तर तिथें मनुष्याला जगण्याला आवश्यक अशी हवा आणि पाणी एवढ्यातरी गोष्टी आहेत कीं नाहींत कुणाला ठाऊक !

आपल्या पृथ्वीपुरतं जरी पाहिलें तरी ही पृथ्वि केव्हां जन्माला आली, कशी जन्माला आली ? प्रथम मनुष्य केव्हां जन्मला ? आरंभीं तो कसा होता ? आपल्या पुस्तकांतून आपण मागासलेल्या निग्रो लोकांसंबंधीं वाचतों. ते तसे कां आणि आपण इतक्या सुधारलेल्या स्थितींत कां ? त्या लोकांन

अजून साधीं घरेंसुद्धां बांधतां येत नाहींत आणि आपण वीसवीस मजल्याच्या इमारती बांधून त्यांत राहतों; हें असें कां व्हावें ?

अजंठा येथील लेण्यासंबंधीं तुम्हीं ऐकलें असेल. त्या लेण्यांत भिंतीवर हजार दीड हजार वर्षांपूर्वीं चित्रें काढलीं आहेत. पण अजून त्या चित्रांचे रंग कसे अगदीं ताजे वाटतात. याचें कारण काय? रंग कशापासून करतात हें माहीत आहे तुम्हांला ?

तुम्ही मोटारींतून पुष्कळदां परगांवीं गेलां असाल. मोटार पेट्रोल घेतांना तुम्हीं पाहिली असेल. पेट्रोल पंप हवें तेवढें पेट्रोल बरोबर मोजून देतो. पण हें काम पंप कसें करतो हें तुम्हांला माहीत आहे काय ? विमान कां उडतें ? ट्राम कशी चालते ? सायकल चालू असली म्हणजेच तुम्ही तिच्यावर बसूं शकतां, एका ठिकाणीं उभी करून तुम्ही तीवर बसायचा प्रयत्न करा पाहूं. तुम्हांला बसतां येणार नाहीं. कां ?

अशा प्रकारच्या कितीतरी गोष्टी तुमच्या मनांत आतांपर्यंत आल्या असतील. पण त्यांचीं उत्तरें तुम्हांला मिळालीं नसतील. या आणि अशा प्रकारच्या कितीतरी गोष्टींची माहिती तुम्हांला या व पुढच्या दोन पुस्तकांत देणार आहे. ती लक्षपूर्वक वाचा.

विश्व आणि विश्वें

विश्व

विश्व, जग, ब्रह्मांड, सृष्टि हे सारे शब्द समान अर्थाचेच आहेत. पण यांपैकीं विश्व आणि ब्रह्मांड हे शब्द सर्वांत अधिक व्यापक अर्थाचे आहेत. यांतहि ब्रह्मांड हा शब्द विशेषतः तत्त्वज्ञानांत जास्त येतो. तेव्हां आतां राहतां राहिला शब्द म्हणजे ' विश्व. ' त्याचा आपण आतां विचार करूं.

विश्व म्हटलें कीं त्यानें आपली ही पृथ्वी, चंद्र, सूर्य आणि काळोख्या रात्रीं दिसणारे असंख्य तारे यांचा समावेश होतो. हें विश्व निर्माण कसें झालें हें कांहीं नक्की सांगतां येत नाहीं. पण या विश्वाच्यासंबंधींची इतर माहिती मात्र मनुष्याला पुष्कळच मिळाली आहे. पण एका अर्थानें खरोखरी फार थोडी माहिती मिळाली आहे. कसें तें पाहा.

शास्त्रज्ञाला विचारलें कीं हें विश्व किती लांब रुंद आहे तें तुला माहीत आहे का ? तें किती वर्षें जगणार आहे हें माहित आहे का ? तर तो उत्तर देईल;

" हो तर, तें अनंत आहे. अमर्याद आहे ! "

हें पाहा शास्त्रज्ञाचें कसें विचित्र उत्तर आहे. त्याला विश्वाची लांबी रुंदी विचारली तर तो स्पष्ट सांगतो कीं त्याला अंत नाहीं, मर्यादा नाहीं. याउलट एखाद्या खगोलशास्त्रज्ञाला किंवा ज्योतिषाला विचारलें तर तो सांगेल, " हें विश्व मर्यादित आहे. "

वास्तविक हे दोघेहि आपापल्या परीनें खरें तेंच सांगतात. पहिल्याच्या म्हणण्याचा अर्थ असा कीं कांहींतरी चमत्कारानं हें विश्व निर्माण झालं आहे. केव्हां निर्माण झालं माहीत नाहीं. आपण आकाशांतून तारे गळून पडतांना पाहतों. आज कोट्यवधि वर्षें हें विश्व अस्तित्वांत आहे. पण ज्या अर्थीं त्याचें अस्तित्व एखाद्या ताऱ्याप्रमाणें गळून पडून किंवा अन्य कारणानें नाहींसें झालेलें नाहीं त्याअर्थीं तें अनादि आहे, अनंत आहे.

याउलट दुसऱ्या शास्त्रज्ञांची विचारसरणी अशी कीं उष्ण पदार्थ थंड होत जातात आणि थंड पदार्थ उष्ण होत जातात. या विश्वांत दिसणारे हे तेजोगोल आपल्याजवळील उष्णता सारखी बाहेर फेकत आहेत व दुसऱ्या कोणत्यातरी पदार्थांत ती उष्णता शिरत आहे. आतां याप्रमाणेंच सारखी क्रिया चालू राहिली तर कांहीं कालानें या तेजोगोलांच्याजवळील उष्णता आणि जे कांहीं इतर अदृश्य पदार्थ ही फेकलेली उष्णता स्वीकारीत आहेत त्यांची उष्णता सारखीच होईल आणि शेवटीं ही उष्णतेची देवघेव बंद होऊन दोघांचेंहि उष्णतामान सारखेंच होईल आणि त्याचा परिणाम म्हणून या विश्वाचा अंत होईल.

आपण विश्व हें अनंत, अमर्याद आहे कीं नाहीं यासंबंधींचा वाद सोडून देऊं; पण एक मात्र आपण गृहित धरूंया, कीं विश्व हें समर्याद आहे; कारण कांहींतरी एक नक्की ठरविल्याशिवाय पुढचे विचार तरी कसे करायचे ? शेवटीं मोठमोठ्या शास्त्रज्ञांनींहि विश्व हें कालबद्ध व समर्याद आहे या दोन गोष्टी मनाशीं निश्चित धरूनच पुढचा विचार केला आहे.

हें विश्व आहे केवढें ?

आतां या विश्वाचा आकार केवढा आहे तें पाहूं या. शास्त्रज्ञ सांगतात कीं त्याचा आकार ३८४,०००,०००,००० महापद्म (दहा हजार कोटी), महापद्म, महापद्म, महापद्म घन मैल इतका आहे. तुमच्यासाठीं मुद्दाम सबंध आकडा मांडतो. वाचा—३८४,०००,०००,०००, ०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००.छे, नकोच तें गणित ! आणखी कितीतरी पूज्यें यावर द्यावीं लागतील; आणि हा मजकूर लिहितांना तीं सगळीं पूज्यें लिहिलीं तरी छापखान्यांतील टाइपांत तितकीं पूज्यें असतील कीं नाहीं कुणाला ठाऊक ! तेव्हां आपण तो नाद सोडून देऊं. पण वरच्या या प्रचंड संख्येनें तुम्हांला आपल्या या अफाट विश्वाच्या आकाराची थोडीतरी कल्पना येईल.

विश्वाकडे पाहिलें तर—

समजा, आपण या अफाट विश्वापलीकडे अगदीं दूर जाऊन उभे राहिलों तर आपल्याला हें विश्व कसें दिसेल ? शास्त्रज्ञ सांगतात कीं एखादा



सूर्यमालेच्या पलीकडील एक तेजोमेघ

साबणाचा फुगा जसा तयार होतांना हवेच्या दाबाप्रमाणें कमीअधिक फुगत. फुगत जातांना दिसतो तसें हें विश्व दिसेल. म्हणजे एक तेजाळ गोलच दिसेल म्हणाना. पण आपण या ठिकाणीं या अप्रत्यक्ष दृश्याचा विचार करण्यापेक्षां प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या गोष्टींचाच विचार करूंया.

अशीं विश्वें आहेत तरी किती?

एक विश्व म्हणजे काय प्रकरण आहे हें तुम्हांला वर सांगितलेंच आहे. आतां अशीं विश्वें तरी किती आहेत याचा जेव्हां शास्त्रज्ञांनीं विचार केला तेव्हां त्यांना असें आढळून आलें कीं अशीं द्वीप–विश्वें (Island–universes) सुमारें वीस लक्ष आहेत व तीं दर सेकंदाला एक हजार मैलांच्या प्रचंड वेगानें सपाट्यानें आकाशांत फिरत आहेत.

द्वीप म्हणजे बेट. नदीच्या पात्राच्या मध्यंतरी, किंवा एखाद्या मोठ्या तळ्याच्या किंवा सरोवराच्या मध्यंतरी एकादा पाण्यानें घेरलेला भूभाग तुम्ही पाहिला असेल. अशा या जलवेष्टित भूभागाला बेट किंवा द्वीप म्हणतात. या अनंत आकाशात आपण जें आपलें विश्व म्हणजे पृथ्वी, चंद्र, बुध, शुक्रादि ग्रह; राशीं व नक्षत्रें पाहतों या सर्वांला मिळून आपण आपलें विश्व मानतों. पण आपलें हें विश्व म्हणजे अनंत आकाशांतील एक लहानसें बेट–द्वीप–आहे. अशीं असंख्य द्वीपें–द्वीपविश्वें आहेत.

तुम्हीं जर कधीं एकाद्या चांगल्या दुर्बिणींतून (Telescope) पाहाल तर तुम्हांला हीं द्वीपविश्वें कशीं असतात तें दिसून येईल. एकाद्या पांढऱ्या लंबट पण चपट्या मेघाप्रमाणें तीं दिसतील; आणि खरोखरी अशा द्वीपविश्वाला तेजोमेघ (Nebula) असेंच म्हणतात. सोबत अशा तेजोमेघांचीं चित्रें आहेत तीं पाहा म्हणजे तुम्हांला त्यांच्यासंबंधींची कल्पना येईलच.

तेजोमेघ (नेब्यूला) म्हणजे काय?

तेजोमेघ म्हणजे असंख्य ताऱ्यांचा पुंजका नव्हे, त्यामध्यें हायड्रोजन, कॅल्शम आणि लोखंड हीं मूल द्रव्यें आहेत. पण हीं द्रव्यें वायुरूप स्थितींत (Gaseous) आहेत. अशा जवळजवळ ८००० तेजोमेघांचे शास्त्रज्ञांनीं फोटोहि घेतले आहेत. हे तेजोमेघ बहुतेक लंबवर्तुलाकार व कुंडलाकार

आहेत. कांहीं ग्रह (planets) हेहि तेजोमेघच आहेत. 'तेजोमेघ' या शब्दाला 'अभ्रिका' असाहि दुसरा शब्द वापरतात.



सूर्य .लेच्या पलीकडील आणखी एका तेजोमेघाचा फोटो

आकाशगंगा (Milky way)

या तजोमेघानंतर आपण ताऱ्यांचा विचार करूं. तेजोमेघ हे दुर्बिणीशिवाय दिसत नाहींत; पण तारे मात्र आपल्याला दुर्बिणीशिवाय नेहमीं दिसतात. आकाशांत आपल्याला ज्या चांदण्या दिसतात त्या सर्वांच्या समुदायाला आकाशगंगा हें नांव आहे. या आकाशगंगेंत कोट्यवधि तारे आहेत, त्यांत तारकापुंज आहेत. कांही जुळे तारे आहेत तर सुटे आणि एकटे असेहि असंख्य तारे आहेत.

आकाशगंगा म्हणजे आकाशांत दिसणारी चांदण्यांची नदी. या आकाशगंगेंत " अति सूक्ष्म अशा ताऱ्यांचे आकाशांत दिसणारे दोन पट्टे आहेत. हे दक्षिणोत्तर गेलेले दिसतात. (यांपैकीं) पहिला पट्टा अगस्ति ताऱ्याच्या पूर्वेस मघांच्या (मघा नक्षत्राच्या) रेखांशाजवळून निघून व्याधाच्या पूर्वेकडून आर्द्रांच्या (नक्षत्र) पश्चिमेस वळतो व तेथून तो ध्रुवाच्या पश्चिमेस पसरलेला आहे. दुसरा पट्टा श्रवण नक्षत्राजवळून ध्रुवाच्या पूर्वेकडे गेलेला आहे. पहिल्यापेक्षां दुसरा पट्टा लहान आहे. "

तारे (Stars)

अगदीं आरंभीं तारकांचा उल्लेख आलाच आहे. आतां या तारकांचीच पण जरा सविस्तर माहिती आपण पाहूंया. तारका या शब्दामुळें तारे, ग्रह, नक्षत्रें या सर्वांचा अर्थबोध होतो.

तारे हे आकाशांत आपल्या स्वतःच्या तेजानें तळपणारे गोल आहेत म्हणून त्यांना '**स्वयंप्रकाशित**' म्हणतात. वद्य पंधरवड्यांत निरभ्र आकाश ज्या दिवशीं असेल व ज्यावेळीं चंद्र प्रकाशत नसेल ती वेळ फार चांगली. कारण अंधाराच्या पार्श्वभूमीवर तारे अधिक चांगल्या रीतीनें चमकून उठून दिसतात. तारका मोजणें किती कठीण आहे हें आरंभीं मीं सांगितलें आहेच; पण आपण असें समजूं कीं अत्यंत काळजीपूर्वक व पद्धतशीर रीतीनें तारे मोजण्याचें काम केलें तर किती तारे आपल्याला दिसतील असं वाटतं? शास्त्रज्ञांनीं रात्रीच्या रात्री खर्चून अत्यंत काळजीपूर्वक तारे मोजण्याचा प्रयत्न केला आणि शेवटीं सांगितलें कीं, " अत्यंत काळजीपूर्वक काम करून तारे मोजले. **ते सुमारे ६००० असावेत** " म्हणजे पाहा, शास्त्रज्ञांनासुद्धां तारे मोजणें किती कठिण आहे तें! ते सुद्धां आपला आंकडा नक्की सांगूं शकत नाहींत.

सूर्य हा तारा आहे कीं ग्रह?

आपल्या हिंदू पद्धतीप्रमाणें पाहिलें तर सूर्य (रवि), चंद्र, मंगळ, बुध, गुरु, शुक्र, शनी, राहू आणि केतू असे एकूण नऊ ग्रह मानले आहेत. शास्त्रीय चिकित्सेप्रमाणें पाहिलें तर ग्रहाला स्वतःचा प्रकाश नसतो. पण आपण तर आपल्याला रोज मिळणारा प्रकाश हा सूर्यापासून मिळत असतांना

पाहतों. अर्थात् सूर्य हा स्वयंप्रकाशित असतो. तेव्हां आपल्या जुन्या कल्पनेप्रमाणें पाहतां सूर्य हा ग्रह नसून ताराच ठरतो.

तारे कशाचे बनले आहेत ?

आपला सूर्य हाहि एक ताराच आहे; त्याच्यामध्यें कित्येक वायू व मूलद्रव्यें भरलेलीं आहेत. त्याचप्रमाणें हे तारेहि बनलेले आहेत.

ताऱ्यांचा जन्म

एका विचारप्रणालीप्रमाणें ताऱ्यांचा जन्म एका चमत्कारिक अपघातानें झाला आहे. " केव्हांतरी अकाशांतील दोन तेजोगोल एकमेकांवर आपटतात व एखादा ढिसूळ दगड उंचावरून पडल्यावर फुटून त्याच्या जशा ठिकऱ्या उडतात त्याप्रमाणें त्या दोनहि तेजोगोलांतील कांहीं ठिकऱ्या उडून ताऱ्यांचा जन्म होतो. " सोबत दिलेल्या चित्रावरून याचा बोध होईल.

एकूण तारे किती आहेत ?

वर सांगितलें आहेच कीं आपण अंधाऱ्या रात्रीं अगदीं व्यवस्थितपणें तारे मोजून पाहिले तर ते सुमारे ६००० भरतात. पण कांहीं झालं तरी आपल्या डोळ्यांची शक्ति मर्यादितच आहे. म्हणून खगोलशास्त्रज्ञांनीं मोठ्या व तीव्र शक्तीच्या दुर्बिणीमधून (Telescope) ताऱ्यांच्याकडे पाहिलें तेव्हां त्यांना कितीतरी नव्या गोष्टी कळून आल्या. पहिली गोष्ट अशी कीं नुसत्या डोळ्यांना दिसणाऱ्या ६००० ताऱ्यांच्या पलीकडे आणखी कितीतरी तारे आहेत. तेव्हां त्यांनीं कित्येक वर्षें खपून हेहि तारे मोजले, तेव्हां त्यांनीं दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या ताऱ्यांची संख्या ५००,०००,००० (पन्नास कोटी) आहे म्हणून सांगितलें. पण एवढ्यानेंहि त्यांचें समाधान झालें नाहीं. कारण दुर्बिणीच्या टप्प्याबाहेरहि असंख्य तारे असले पाहिजेत असें त्यांना वाटूं लागलें; आणि या दिशेनें विचार करून, नाना गोष्टींचें निरीक्षण करून त्यांनीं शेवटीं एकंदर तारे किती असतील याचा अंदाज सांगितला. तो असा कीं या विश्वांत एकूण सुमारें ४,०००,०००,००० (चार अब्ज) तारे असावेत !

ताऱ्यांचा प्रकाश आणि त्यांचे प्रकार

आपण लक्षपूर्वक पाहिलें तर असें आढळून येतें कीं ताऱ्यांचा प्रकाश स्थिर नाहीं. अधिक स्थिर प्रकाश देणारे तारे व मधूनमधून लुकलुकणारे

तारे यांसंबंधींहि संशोधन करून ताऱ्यांचे एकूण सहा वर्ग पाडले आहेत. त्यांत सतत तेजस्वीपणानें प्रकाशणारे पहिल्या वर्गांत घातले असून असे एकूण



वर एक लहानसा ताऱ्यांचा समूह असून खालीं असंख्य ताऱ्यांचा एक ढगच आहे.

केवळ अकरा तारे पहिल्या वर्गांत पडतात. यांपैकीं व्याध (Sirius) नांवाचा तारा हा सर्वांत अधिक तेजस्वी आहे. याचा प्रकाश सूर्यापेक्षां तीसपटीनें जास्त आहे व सहाव्या वर्गांतील ताऱ्यांच्यापेक्षां त्याचा प्रकाश १००० पटीनें जास्त आहे. या ताऱ्याचा प्रकाश पृथ्वीवर यायला नऊ "प्रकाशवर्षें" लागतील, इतका हा तारा आपल्या या पृथ्वीपासून दूर आहे. तारे जसजसे अंधुक होत जातात तसतशी त्यांची संख्या वाढत जाते. चौथ्या वर्गांत ५०० हून अधिक तारे आहेत, पांचव्या वर्गांत १६०० हून अधिक आहेत व

सहाव्या वर्गांत पडणाऱ्या ताऱ्यांची संख्या जवळजवळ ५००० इतकी आहे. हे आंकडे दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या स्थितीवरून काढले आहेत. पण प्रत्यक्ष घेतलेल्या फोटोवरून पाहिलें तर त्यांची संख्या यापेक्षां अधिक भरते.

कांहीं तारे फार विरळ पदार्थांचे बनलेले आहेत, तर कांहीं घन पदार्थांचे बनलेले आहेत. कांहीं तारे फारच मोठे आहेत. त्यांचा हा प्रचंड आकार पाहून शास्त्रज्ञांनीं त्यांना **'राक्षसतारे'** (Giant Stars) असें नांव दिलें आहे. कांहींना **'वामनमूर्ती तारे'** (Dwarfs) असें म्हणतात. वामनमूर्ती तारे हे घन पदार्थांनीं परिपूर्ण असे असतात. पाण्याच्या एक-



ययाति तारका पुंज

हजार पटीनें जड, एवढा हा पदार्थ जड असतो. ज्यांना **'राक्षसतारे'** म्हणून म्हणतात त्यांतील द्रव्यें आपल्या या हवेच्या शंभरांशदेखील वजनानें भरणार नाहींत अशा हलक्या पदार्थांचीं बनलेलीं आहेत.

कांहीं ताऱ्यांचा प्रकाश कमीअधिक होतो. अशा कमीअधिक प्रकाश होणाऱ्या ताऱ्यांना 'अनियमित प्रकाश असणारे तारे' (Variable Stars) असें म्हणतात. ताऱ्यांचा प्रकाश असा कमीअधिक कां व्हावा याचें एकच निश्चित कारण सांगतां येत नाहीं. कांहीं काल अत्यंत तेजस्वी दिसणारा तारा कांहीं कालानें एकदम अंधुक दिसूं लागतो व असा जेवढा वेळ तो अंधुक दिसतो तेवढाच वेळ पुन्हां तो तेजस्वी दिसतो. कांहीं ताऱ्यांच्या प्रकाशांत विशेष फरक थोड्या तासांच्या अवधींत होतो तर कांहींच्या बाबतींत असा फरक घडून येण्यास दहावीस वर्षें लागतात.

ताऱ्यांच्या प्रकाशांतहि फरक असतो. कांहीं तारे लाल आहेत तर कांहीं पांढरे शुभ्र आहेत. लाल दिसणाऱ्या ताऱ्यांपेक्षां पांढऱ्या दिसणाऱ्या ताऱ्यांवर प्रखर उष्णता असते हें त्याचें कारण आहे.

तारे एकच एक दिसत असले तरी खरोखरी एकापेक्षां अधिक तारे त्या ठिकाणीं असतात. दोन किंवा अधिक तारकापुंज एकत्र असले कीं त्यास '**जुळे तारे**' (Double Stars) असें म्हणतात. एकदम आकाशांत चमकून कांहीं कालानें नाहींसे होणारेहि तारे आहेत. यांना 'नोव्हा' (Nova) म्हणतात.

तारे कां लुकलुकतात ?

तारे पृथ्वीपासून फार दूर असल्यामुळें त्यांचा आकार आधीं लहान दिसतो. शिवाय त्यांचा प्रकाश इतक्या लांबून हवेच्या प्रवाहांतून येत असल्यामुळें प्रकाशकिरणांचें वक्रीभवन होतें व त्यामुळें तारे लुकलुकतांना दिसतात. हवेमुळें होणारें हें वक्रीभवन झालें नसतें तर ताऱ्यांचा प्रकाश स्थिर असाच दिसला असता.

सर्वांत जवळचा तारा कोणता ?

सूर्य हाच खरोखरी जवळचा तारा आहे. त्याच्यानंतरचा पृथ्वीजवळचा तारा हा २५,०००,०००,०००,००० मैल इतका दूर आहे.

आपली पृथ्वि ही केवढी तरी मोठी आहे; परंतु अशा लक्षावधि पृथ्व्या पोटांत सामावणारे तारे आहेत. असो. आतांपर्यंत आपण ताऱ्यांच्यासंबंधीं कितीतरी माहिती पाहिली. आतां नक्षत्रें, ग्रह, धूमकेतू इत्यादींची पाहूं.

तुटणारे तारे किंवा उल्का

एखाद्या रात्रीं अकस्मात एखादा तारा तुटून पृथ्वीवर कुठेंतरी पडल्यासारखा दिसतो, किंवा आकाशांतच लुप्त झालेला दिसतो. अंधाऱ्या रात्रीं एक तेजस्वी तारा प्रकाशांत आपल्याकडे येतांना दिसतो आणि एकदम त्याचा प्रकाश नाहींसा झालेला दिसतो व पुढें त्याचें काय होतें हें कळत नाहीं. आपण जरी याला तारा म्हटलें तरी खरोखरी ते तारे नव्हेत. या अनंत आकाशांत फिरणारे ते घन पदार्थ होत. आपल्या कक्षेतून सुटून जेव्हां ते आकाशांत सुटून पडतात त्यावेळीं वातावरणाशीं त्यांच्या प्रचंड वेगामुळें जें घर्षण होतें त्यामुळें अग्नि निर्माण होतो आणि आपल्याला प्रकाश दिसतो. असले हे "पडणारे किंवा तुटणारे तारे" फार लहान आकाराचे व वजनाचें असतात. त्यांतला एखादा पृथ्वीवर येऊनहि पडतो. हे तारे ठराविक कक्षेंत फिरत असतात. यांना 'उल्का' म्हणतात.

तारे केव्हां पाहावे ?

एकाच वेळीं आकाशांतील फक्त अर्धा भाग दिसतो एवढ्यासाठीं ज्येष्ठ व मार्गशीर्ष महिन्यांत तारे पाहावे म्हणजेच आकाशांतील सर्व तारे दिसतील.

प्रकाशवर्ष म्हणजे काय ?

आकाशांतील ग्रह, तारे, नक्षत्रें ही पृथ्वीपासून इतकी दूर आहेत कीं त्यांचें अंतर मैलांत सांगणें शक्य होत नाहीं. म्हणून शास्त्रज्ञांनीं निराळीच उपाययोजना केली आहे. ती अशी—प्रकाश दर सेकंदाला १८६,००० मैल दूर जातो. तेव्हां याप्रमाणें प्रकाश एक वर्षभर सारखा प्रवास करीत राहिला तर वर्षाच्या अखेरीस तो जितके मैल दूर जाईल तितकें अंतर म्हणजे एक 'प्रकाशवर्ष' (Light-year) होय. हें अंतर ६०००,०००,०००,००० (साठ हजार कोटी) मैल इतकें येतें.

या प्रकाश वेगाच्या प्रमाणाप्रमाणें सूर्यापासून पृथ्वीवर प्रकाश यायला ८½ मिनिटें लागतात तर पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर किती असेल ? काढा पाहूं उत्तर.

नक्षत्रें

नक्षत्रें म्हणजे काय ?

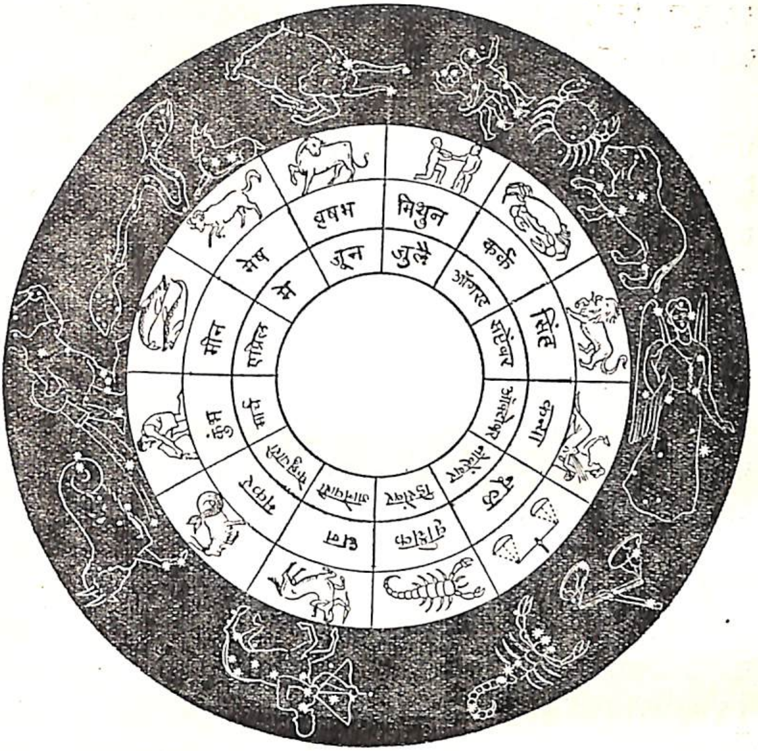
नभोमंडळांत आपल्याला असंख्य तारे दिसतात हें मागें सांगितलें आहेच. यांपैकीं कांहीं तारे स्थिर आहेत. या स्थिर ताऱ्यांचे असे एकूण ८९ तारकासमूह आहेत. या तारकांसमूहांना नक्षत्रें म्हणतात. नभोमंडळाच्या उत्तरेच्या भागांत २९, मध्य भागांतील १२ राशी व दक्षिण भागांत ४८ अशीं हीं एकूण ८९ नक्षत्रें आहेत.

नक्षत्रांतील तारकासमूहांतील कित्येक समूहांचा एखाद्या आपल्या ओळखीच्या प्राण्याच्या किंवा वस्तूच्या आकारासारखा आकार दिसतो म्हणून तीं तीं नांवें ठेवण्यांत आलेलीं आहेत. आपल्या पंचांगांत एकूण नक्षत्रें फक्त २७ आहेत. ती पुढीलप्रमाणें.

१ अश्विनी २ भरणी ३ कृत्तिका ४ रोहिणी ५ मृगशीर्ष (Orionis Lambd'a) ६ आर्द्रा (Orinis Alpha) ७ पुनर्वसू ८ पुष्य ९ आश्लेषा १० मघा ११ पूर्वा १२ उत्तरा १३ हस्त १४ चित्रा १५ स्वाती १६ विशाखा १७ अनुराधा १८ ज्येष्ठा १९ मूळ २० पूर्वाषाढा २१ उत्तराषाढा २२ श्रवण २३ धनिष्ठा २४ शततारका २५ पूर्वा भाद्रपदा २६ उत्तरा भाद्रपदा २७ रेवती हीं होत. याशिवाय, सप्तर्षि (Great Bear), यम (Indus), शशक (Lepus), अलगर्द व (Hydrus) अभिजित अशीं नक्षत्रें आहेत.

राशी

नभोमंडळांत सूर्य, पृथ्वि, गुरु, शुक्र इत्यादि ग्रह ज्या एका नियमित वर्तुलाकार मार्गानें फिरतात त्याला ‘ क्रांतिवृत्त ’ म्हणतात. या क्रांतिवृत्ताचे बारा सारखे भाग कल्पिले आहेत. या क्रांतिवृत्तांतील सूर्याचें एका भागांतून दुसऱ्या भागांत जाणें म्हणजे संक्रमण किंवा संक्रांति (संक्रांत) असें म्हणतात. या प्रत्येक भागांत जीं नक्षत्रें आहेत त्यांच्यांतील प्रत्येकाचा आकार कोणत्यातरी वस्तूशीं जुळता आहे त्यामुळें त्या त्या वस्तूंचीं नांवें त्यांना दिलीं आहेत. या १२ राशींचीं नांवें अनुक्रमें १ मेष, २ वृषभ, ३ मिथुन,



राशी—एका इंग्रजी चित्रांवरून हें चित्र काढलेलें आहे. आकाशांतील निरनिराळया तारकापुंजांचे आकार लक्षांत घेऊन ज्या प्राण्यांचे वा वस्तूंचे आकार निश्चित झाले त्यांचीं नांवें त्या त्या तारकापुंजांना दिली. उदा. मीन म्हणजे मासा, वृश्चिक म्हणजे विंचू इत्यादि वरील चित्रांत निरनिराळे तारकापुंजांतील तारे दाखविले असून त्यांचे कोणते आकार बनतात हें दाखविलें आहे. शिवाय कोणत्या महिन्यांत साधारणतः कोणती रास असते हेंहि यावरून लक्षांत येईल.

४ कर्क, ५ सिंह, ६ कन्या, ७ तूळ, ८ वृश्चिक, ९ धन, १० मकर, ११ कुंभ, १२ मीन. याशिवाय देवयानी, ययाति अशा नांवांच्या आणखीहि कांहीं राशी शास्त्रज्ञांनीं मानिल्या आहेत.

या राशींचें महत्त्व फलज्योतिषशास्त्रांत म्हणजे कुंडली पाहून मनुष्याचें भविष्य सांगण्याच्या बाबतींत फार आहे. एखाद्या मनुष्याच्या जन्माच्या वेळीं ज्या राशीमध्यें चंद्र असतो ती रास त्या मनुष्याची जन्मरास मानतात; व मग त्याप्रमाणें कुंडली तयार करून भविष्य वर्तविलें जातें.

सूर्य

आरंभीं तेजोमेघ म्हणजे काय तें सांगितलें आहेच. अशाच एका तेजोमेघापासून सूर्याचा जन्म झाला आहे. तेजोमेघाच्या बाहेरच्या कक्षेंतील पदार्थ एकत्र जमत जाऊन तेजोमेघापासून सुटून त्याचा एक स्वतंत्र तारा बनतो. याच प्रकारानें आपला सूर्य जन्मला आणि आपल्या सूर्यासारखेच आणखी कितीतरी सूर्य निर्माण झाले.

सूर्य कशाचा बनला आहे ?

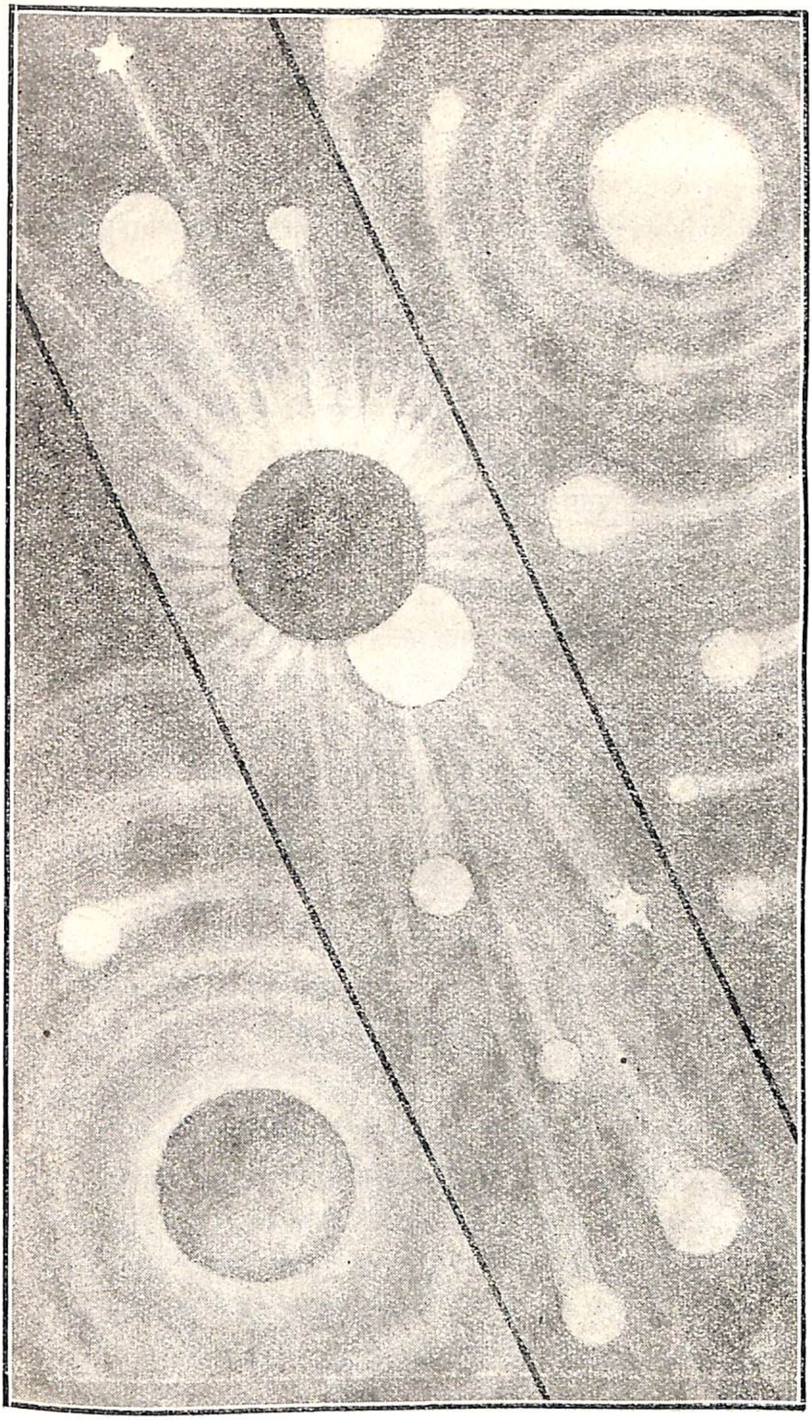
सूर्य हा आपल्याला चंद्रापेक्षां पांढरा दिसतो. याचें कारण हें कीं सूर्य हा एकसारख्या जळत असलेल्या वायूचा बनलेला आहे. या वायूमध्यें ६६ मूलतत्त्वें (Elements) आहेत. या सर्व पदार्थांचें सारखें ज्वलन चालू असल्यामुळें प्रकाश निर्माण होतो व तो 'ईथर' नांवाच्या विश्वांत सर्वत्र भरलेल्या अदृश्य पदार्थांमुळें सर्वत्र पसरतो.

समोरचें चित्र पाहा—

१ उजव्या बाजूच्या कोपऱ्यांत सूर्य व त्याचे ग्रह त्याच्याभोंवतीं कसे फिरत असतात हें दाखविलें आहे.

२ मधल्या चित्रांत दोन आकाशस्थ गोलांची टक्कर झाल्यामुळें त्यांच्यापैकीं कांहीं भाग उडून ताऱ्यांची निर्मिती कशी होते हें दाखविलें आहे.

३ खालीं डाव्या बाजूच्या कोपऱ्यांत ग्रह व त्याचा चंद्र किंवा उपग्रह दाखविला आहे.



सूर्याचा प्रकाश

सूर्यापासून जो प्रकाश निघून जातो म्हणजे त्याच्यांतील ज्वलनामुळें जें त्याच्यांतील पदार्थांचें नुकसान होत आहे त्यामुळें दर मिनिटाला २५०,०००,००० टन इतकें सूर्याचें वजन कमी होत चाललें आहे.

सूर्याचें वय

पण या त्याच्या वजन कमी होण्यावरूनच शास्त्रज्ञांनीं त्याचा जन्म केव्हां झाला असेल याचें गणित केलें आहे. आज जेवढें सूर्याचें वजन आहे यापेक्षां आरंभीं त्याचें वजन जास्तींत जास्त शंभरपटीनें असेल असा त्यांचा अंदाज आहे. यावरून गणित करून शास्त्रज्ञ असें म्हणतात कीं सूर्याचें आतांचें वय ५ महापद्म वर्षें असावें.

सूर्याचा मृत्यु

सूर्य तर सारखा जळत आहे; आणि असाच तो सारखा जळत राहणार ! अर्थात् कुठलीहि जळणारी वस्तू ही केव्हांतरी पूर्णपणें जळून तिचें अस्तित्त्व नाहींसें व्हावयाचें हें आपण प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या गोष्टीवरून ओळखूं शकतों. मग आपला हा सूर्य याच नियमानुसार केव्हांतरी जळून खाक होणार हें निश्चित !

होय, या विश्वांतील प्रत्येक वस्तूप्रमाणें आपल्या या सूर्यालाहि मृत्यु आहे; आणि सूर्याच्या मृत्युपूर्वी आपल्या या पृथ्वीचा म्हणजेच आपलासुद्धां मृत्यु आहे; पण इतक्यांत घाबरण्याचें कारण नाहीं. सूर्य अजून ३००,०००,००० (तीस कोटीं वर्षें) जगणार आहे असें एका शास्त्रज्ञानें सांगितलें आहे.

सूर्याची उष्णता

पाणी उकळत असतांना त्याची १०० सेंटिग्रेड इतकी उष्णता मानतात. सूर्याच्या या तेजोगोलावर जाऊन उष्णता मोजली तर ती ६००० सेंटिग्रेड भरेल. ही झाली अगदीं त्याच्या कांठावरची उष्णता. मग त्याच्या पोटांत केवढी आग असेल याची कल्पनाच केलेली बरी ! या कांठावरील वायूंच्या थरांच्या आंत मुख्यतः हैड्रोजन व हेलियम हे वायू आहेत. या दोन्ही वायूंपैकीं हायड्रोजन तीव्रतम ज्वालाग्राहीत्वाबद्दल विख्यात आहे. सूर्य आपली उष्णता आणि प्रकाश सर्व बाजूंनीं सारखा फेंकतो आहे !

थंडीच्या दिवसांत सकाळीं अंगांत ऊब यावी म्हणून आपण उन्हांत जाऊन बसतों. तरीसुद्धां थंडी वाजतेच. ही आज सूर्य आपल्याला भरपूर उष्णता देत असतानांची स्थिति आहे. पण वर सांगितल्याप्रमाणें सूर्याची उष्णता क्षणाक्षणाला सारखी कमी होत आहे; आणि या प्रमाणांत उष्णता कमी होत जाऊन जेव्हां सूर्याच्या आजच्या उष्णतेपेक्षां १० टक्के उष्णता कमी होईल तेव्हां ही पृथ्वि पूर्णपणें गोठून जाईल आणि मग कुठलाच प्राणी जगूं शकणार नाहीं !

सूर्याच्या ज्वाला

भर दुपारीं आपल्याला सूर्याकडे पाहवतसुद्धां नाहीं. मग त्याच्यांतील ज्वलनामुळें त्याच्यावर निघणाऱ्या ज्वाला तरी कशा पाहतां येणार ? शास्त्रज्ञांनीं खग्रास ग्रहणाच्या वेळीं दुर्बिणींतून या ज्वाला पाहिल्या आहेत. या ज्वाला सूर्याच्या पृष्ठभागापासून जास्तींत जास्त ८०,००० मैल इतक्या दूरवर उफाळत असतात.

सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर केव्हां पोंचतो ?

प्रकाश दर सेकंदाला १८६,००० मैल अंतर तोडतो हें मागें सांगितलें आहेच. याप्रमाणें अगदीं बरोबर किती वेळांत सूर्यापासून निघालेला प्रकाश पृथ्वीवर पोंचतो हें अनेक प्रयोग करून शास्त्रज्ञांनीं पाहिलें तेव्हां त्यांनीं सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर यायला बरोबर ४९८$\frac{७}{१०}$ सेकंदें लागतात असें दिसून आलें.

सूर्यप्रकाशाचें महत्त्व

सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर पोंचतो तेव्हां पृथ्वीवरील पशु, पक्षी, एवढेंच नव्हें तर वृक्ष, वेलीसुद्धां किती ताजा नि टवटवीत दिसतात हें तुम्हीं पाहिलें आहे काय ? सूर्योदयापूर्वीं तास दीड तास उठून गांवाबाहेर फिरायला जा म्हणजे सूर्योदयाचा परिणाम सृष्टीवर काय होतो हें तुम्हांला कळून येईल. कोंबडा आरवून सूर्य लवकरच उगवणार असल्याबद्दल सर्वांना सांगत असतो. सूर्योदयापूर्वींच्या शांत व प्रसन्न वेळीं घरचीं कितीतरी कामें उरकण्यासाठीं स्त्रिया उठून कामाला लागलेल्या असतात. रात्रीच्या विश्रांति-

नंतर उत्साहानें लोक आपापल्या कामाला लागण्याच्या तयारींत असतात. मधूनमधून पक्ष्यांचे आवाज या प्रसन्न वातावरणांत भर घालीत असतात; आणि सूर्योदय झाला न झाला इतक्यांत आपल्या गांवचे रस्ते माणसांच्या, जनावरांच्या व वाहनांच्या रहदारीनें अगदीं फुलून गेलेले असतात. सर्वत्र गर्दी उसळलेली दिसते. पक्ष्यांची आपलें खाद्य शोधण्यासाठीं इकडून तिकडे पळापळ चालू असते. फुलझाडांवरच्या कळ्या सूर्याचा प्रकाश जसजसा वाढेल तसतशा उमलायला लागतात, वेलींचे रक्तवर्णाचे कोंवळे कोंवळे कोंब डुलत डुलत वाढूं लागतात आणि सूर्याच्या शांत प्रकाशानें आनंदलेलीं हिरवट, पिंवळट रंगाचीं झाडेंझुडुपें डुलून आपला आनंद व्यक्त करीत हळूंच गार वाऱ्याची झुळूक निर्माण करून इतरांनाहि सुखवितात. पानांफुलांवर रात्रीं पडलेले दंवबिंदू एकदम कुठें दिसेनासे होतात आणि कुठें असलेलें धुकें आपलें पसरलेलें रेशमी उपरणें उचलून निघून जातें.

सूर्याचीं कार्यें

पण त्याला फार वेळ असें थांबतां येत नाहीं. त्याला अद्याप कितीतरी कामें करून संध्याकाळच्या आंत घरीं पोंचायचें असतें. सूर्याला किती कामें करायचीं असतात याची कल्पनाच तुम्हांला यायची नाहीं. सर्व दिवसभर भरपूर प्रकाश द्यायचा हें त्याचें पहिलें काम. दुसरें काम थंडीपासून सर्वांचें रक्षण करण्याचें. तिसरें काम मनुष्य, पशू, पक्षी, वृक्ष, वेली यांना जगण्यासाठीं आवश्यक असलेली उष्णता देण्याचें. पण अशीं एकेक कामें मोजण्यापेक्षां त्याचीं महत्त्वाचीं कामें ओळीनें सांगतों. पिण्याचें पाणी शुद्ध करणें, आपल्या उष्णतेनें रोगजंतु मारणें, आपल्यांतील कांहीं शक्तींचा उपयोग करून वनस्पतींच्या वाढीला मदत करणें, औषधी वनस्पती निर्माण करणें, यांत्रिक शक्ति निर्माण करणें, समुद्र, नद्या, सरोवरें इत्यादींतील पाणी वाफेच्या रूपानें शोषून घेऊन पावसाची तयारी करणें, शेतांतील नांगरलेल्या किंवा उकरलेल्या जमिनींत नवीन शक्ति निर्माण करून तिच्या हांतून पुन्हां पीक निर्माण होईल व त्यामुळें मनुष्यप्राणी सुखी होईल अशी व्यवस्था करणें असलीं महत्त्वाचीं कामें त्याला करायचीं असतात.

प्रकाशाची व उष्णतेची तीव्रता

सूर्याच्या प्रकाशाची तीव्रता सूर्य जसजसा वर येऊन मध्यान्हीं आपल्या डोक्यावर येऊं लागतो तसतशी वाढत जाते व मग सूर्य पश्चिमेकडे झुकला म्हणजे हळूंहळूं कमी होत जाते. प्रकाशाच्या तीव्रतेबरोबरच त्याची उष्णताहि वाढते व कमी होत जाते. पण संध्याकाळीं सूर्य मावळला तरी त्याची उष्णता थोड्या प्रमाणांत तरी मागें राहतेच. याचें कारण असें कीं आपल्याभोंवतींची हवा सूर्याची उष्णता आपल्यांत सांठवून ठेवते; शिवाय त्याच्या उष्णतेमुळें तापलेले पदार्थ कांहीं लगेच थंड होत नाहींत. संध्याकाळीं किंवा रात्रीं थंड वारे वाहूं लागले म्हणजे मग ही उष्णता कमी होऊं लागते. सूर्याच्या प्रकाशापेक्षां चंद्राचा प्रकाश कितीतरी मंद व शांत असतो. चंद्राच्या प्रकाशांत म्हणजे चांदण्यांत आपण कितीहि वेळ बसलों तरी कधीं कुणाचें अंग तापल्याचें किंवा त्यामुळें उकडायला लागल्याचें तुम्हीं कधीं ऐकलें आहे काय? अगदीं अशक्य गोष्ट आहे. कारण चंद्राच्या जवळ मुळीं स्वतःची अशी उष्णताच नाहीं मग तो दुसऱ्याला काय देणार! आणि चंद्राच्या प्रकाशापेक्षां सूर्याचा प्रकाश किती प्रखर असतो हें तुम्हांला माहीत आहे काय? चंद्राच्या प्रकाशाच्या ५७०,००० (पांच लक्ष सत्तर हजार) पटीनें सूर्याचा प्रकाश तीव्र असतो आणि म्हणून तर सकाळीं ९–९॥ नंतर ते संध्याकाळीं ५–५॥ पर्यंत सूर्याकडे पाहणें आपल्याला अगदीं अशक्य असतें!

सूर्याचा प्रकाश

सूर्याचा प्रकाश आपण पाहतों तेव्हां अगदीं पांढरा शुभ्र दिसतो. पण जरी तो पांढरा असला तरी तो निरनिराळ्या कितीतरी रंगांचा केलेला असतो. तुम्हीं इंद्रधनुष्य पाहिलें आहेत ना? सांगा पाहूं त्यांत किती रंग असतात? त्या इंद्रधनुष्यांत जितके रंग असतात तितक्या रंगांचा मिळून हा पांढरा सूर्यप्रकाश झालेला असतो. पण हें पाहायला इंद्रधनुष्याचीसुद्धां खरोखरी गरज नाहीं. तुम्ही लोलकाशीं पुष्कळ वेळां खेळलां असाल. तसाच एक लोलक घ्या आणि उन्हांत धरा आणि पाहा त्या लोलकांतून किती रंग बाहेर पडतात ते.

सूर्य हा देव आहे काय ?

आपण हिंदू लोक सूर्याला देव मानून त्याला नमस्कार घालतों. पूर्वी युरोपमधील ग्रीक व रोमन लोकसुद्धां सूर्याला एक देवता मानीत. एवढेंच कशाला, सर्व जगभर सूर्याला एक देवता म्हणून मान मिळालेला आहे. पण खरोखरी सूर्य म्हणजे आकाशांतील अनेक ताऱ्यांपैकीं एक तारा असून हा तारा कांहीं एका पदार्थांचा व वायूचा बनलेला आहे हें आपण आरंभींच पाहिलें आहे. मग सूर्याला देवता म्हणून मानायचें कीं नाहीं ? तुम्ही सूर्याला देव माना किंवा नका मानूं; पण एक मात्र विसरूं नका कीं सूर्यामुळें आपण राहतों या पृथ्वीचा जन्म झालेला आहे. एवढेंच नव्हे तर या पृथ्वीवरील आपलें, आपलेंच काय आपल्याभोंवतींचे पशू, पक्षी, झाडें, वेली, दगड आणि पाणी यांचें अस्तित्त्व (जगणें) केवळ सूर्याच्या हातीं आहे. कसें तें मागें सांगितलें आहेच; आणि एखाद्या मनुष्यावर दुसऱ्या एखाद्या माणसानें पुष्कळ उपकार केले असले म्हणजे तो जसा उपकार स्मरून उपकार करणाऱ्या माणसाशीं फार आदरानें आणि नम्रतेनें वागतो त्याचप्रमाणें सर्व जगभर मनुष्यावर सूर्याचे अनंत उपकार रोजच्या रोज होत असल्यामुळें उपकारकर्त्याला म्हणजे सूर्याला मनुष्यप्राण्यानें देवता मानिलें आहे. देवता म्हणजे तरी काय ? तर जी एक न दिसणारी (किंवा दिसणारी) शक्ति आपलें हित पाहतें तीच कीं नाहीं !

आतां आलें ना लक्षांत सूर्याला देवता कां मानतात तें !

सूर्यप्रकाशाचा प्रत्यक्ष उपयोग

तुम्हीं कांहीं मुलांच्या मानेवर, खांद्यावर किंवा पाठीवर पांढुरके चट्टे पाहिले असतील त्याला सुर्मा म्हणतात. एक प्रकारचा रोगच आहे तो; पण सूर्याचीं कोंवळीं किरणें (सकाळचीं व संध्याकाळचीं) हे चट्टे नाहींसे करतात. मनुष्याच्या शरीरांतील अशक्तता काढून टाकण्यासाठीं व शरीर कार्यक्षम करण्यासाठीं कांहीं काल प्रत्यक्ष सूर्यप्रकाशांत उघडें बसणें किंवा फिरणें फार हिताचें असतें. युरोपांत ही गोष्ट फार आवश्यक मानतात. सूर्याच्या प्रकाशांतील हे गुण पाहून शास्त्रज्ञांनीं कृत्रिम सूर्यप्रकाशहि तयार केला आहे. निरनिराळ्या म्हणजे निळ्या, पिंवळ्या रंगांच्या कांचेच्या बाटल्यांत स्वच्छ

पाणी घालून त्या बाटल्या उन्हांत ठेवतात. या बाटल्यांतील पाणी त्या त्या बाटलीच्या रंगाप्रमाणें सूर्यप्रकाशांतील निरनिराळ्या रंगांचे किरण शोषून घेते व त्यामुळें त्या पाण्यांत एक विशिष्ट प्रकारची औषधिशक्ति निर्माण होते. अशा या पाण्याचा उपयोग अपचन, हगवण, ताप इत्यादि रोगांवर होतो. या औषधयोजनेच्या पद्धतीस 'क्रोमोपाथी' म्हणतात.

पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर, वजन इत्यादि

सूर्याचें पृथ्वीपासूनचें कमींत कमी अंतर ९,२८३०,००० (नऊ कोटी अठ्ठावीस लक्ष तीस हजार) मैल आहे. सूर्य हाहि या आकाशांतील इतर ताऱ्यांप्रमाणें गोल आहे हें मागें सांगितलें आहेच. म्हणजे या कल्पने-प्रमाणें आपण क्षणभर एक वर्तुळ काढायचें ठरविलें तर या वर्तुळाचा व्यास ८६४,१०० मैल इतका होईल; आणि एवढा व्यास धरून जेव्हां आपण एक प्रचंड गोल काढूं तेव्हां सूर्याच्याबरोबर आकाराचा गोल तयार होईल. सूर्य कोणत्या पदार्थांचा बनलेला आहे हें मागें दिलेंच आहे. अर्थात् इतर सर्व पदार्थांप्रमाणें सूर्यालाही वजन आहेच. शास्त्रज्ञांनीं खूप धडपड करून नानाप्रकारांनीं विचार करून शेवटीं असा निष्कर्ष काढलेला आहे कीं सूर्याचें वजन सामान्यतः पृथ्वीच्या ३३२,००० पटीनें जास्त आहे.

तुम्ही आगगाडींत पुष्कळ वेळां बसलां असाल. अशाच एका आगगाडींत बसून ताशीं ६० मैलांच्या वेगानें जर ती आगगाडी रात्रंदिवस तुम्हांला घेऊन सरळ सूर्याकडे धांवत राहिली तर तिला सूर्यावर जाऊन पोंचायला १७५ वर्षें लागतील; आणि जर तुम्हीं चालत जायचें ठरविलेंत तर—

सूर्याचीं नांवें व सूर्यनमस्कार

मागें सांगितलें आहेच कीं आपण हिंदू लोक सूर्याला देवता समजून नमस्कार घालतों. सूर्याचीं एकूण बारा नांवें आहेत. तीं अनुक्रमें १ मित्र २ रवि, ३ सूर्य, ४ भानु, ५ खग, ६ पूषन्, ७ हिरण्यगर्भ, ८ मरीचि, ९ आदित्य, १० सवितृ (सविता), ११ अर्क, १२ भास्कर आणि या नांवांचा उच्चार ॐ मित्राय नमः, ॐ रवये नमः, ॐ सूर्याय नमः, ॐ भानवे नमः, ॐ खगाय नमः, ॐ पूष्णे नमः, ॐ हिरण्यगर्भाय नमः, ॐ मरिचै नमः, ॐ आदित्याय नमः, ॐ सवित्रे नमः, ॐ अर्काय नमः,

ॐ भास्कराय नमः याप्रमाणें करून प्रत्येक वेळीं एक नमस्कार घालावयाचा ही पद्धत आहे. मुळींच खर्च नसलेला व चांगला व्यायाम म्हणून उपयोगी पडणारा हा व्यायाम तुम्ही जरूर घ्या.

आतां हीं सूर्याला नांवें ठेवतांनासुद्धां आपल्या पूर्वजांनीं फारच चांगल्या कल्पना व सूर्याचें वर्णन आपल्यासमोर मांडलें आहे. खग म्हणजे आकाशांत गमन करणारा, भास्कर म्हणजे तेजाचा केवळ सांठाच, असें या शब्दांचे अर्थ आहेत. मागें आपण पाहिलें आहेच कीं सूर्य हा आकाशांतूनच फिरतो, तसेंच त्याच्या आंगीं केवढें प्रचंड तेज आहे हेंहि आपण पाहिलें आहे. आतां इतर सूर्याच्या नांवांचा अर्थहि आपल्या शिक्षकांच्याकडून किंवा वडील मंडळीकडून समजून घ्या म्हणजे तुम्हांला सूर्याचें सत्य स्वरूप कळून येईल.

सूर्याचें कुटुंब

सूर्य आणि त्याच्या भोंवतीं फिरणारे ग्रह मिळून एक कुटुंब मानतात. कां तें पाहूं. या कुटुंबांत एकूण नऊ ग्रह आहेत. त्यांचीं नांवें अशीं. १ बुध २ शुक्र ३ पृथ्वी ४ मंगळ, ५ गुरु ६ शनी ७ युरेनस, ८ नेपच्यून ९ प्लेटो. आतां हे ग्रह कसे निर्माण झाले तें पाहूं.

ग्रहांची उत्पत्ति

लक्षावधी वर्षांपूर्वी कोणतातरी एक प्रचंड अज्ञात तारा या अनंत आकाशांत आपल्या मार्गानें फिरत असतां त्याची नी सूर्याची भेट झाली; म्हणजे तो तारा आणि आपला सूर्य अगदीं एकमेकाजवळ आले. मोठी वस्तु लहान वस्तूला आपल्याकडे ओढीत असते व लहान वस्तु मोठीला आपल्याकडे ओढीत असते. या नियमासुसार म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार आकाशांतले हे तारे एकमेकाला एकमेकाकडे ओढीत असतात; आणि असली ही ओढाओढी या सूर्यामध्यें व त्या ताऱ्यामध्यें झाल्यामुळें वर दिलेले हे ग्रह निर्माण झाले. कसें तें पाहा.

समजा, तुम्हीं बाजारांत जाऊन ओला हरबरा (सोलाणा) विकत आणला आहे. तुम्ही घरीं येतांच तुमची धाकटी बहीण किंवा भाऊ तुमच्या हातांतून तो हिसकावून घेण्यासाठीं झटकन येऊन तुमच्या हातांतील पेंडीचें

दुसरें टोंक धरून ओढूं लागला. तुम्हीं मात्र ती पेंडी घट्ट धरून ठेवलीत. तर काय होईल ? त्या पेंडीपैकीं कांहीं भाग तुटून तुमच्या भावाच्या हातांत जाईल व कांहीं भाग तुमच्याच हातांत राहील. अगदीं अशीच ग्रहांच्या जन्माची हकीगत आहे.

वर सांगितल्याप्रमाणें तो तारा सूर्याजवळ आल्यामुळें तो गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणें सूर्याला आपल्याकडे ओढूं लागला. सूर्य कांहीं कमी हट्टी नव्हता. तो मुळींच त्या ताऱ्याला दाद न देतां आपल्या रस्त्यानें चालूं लागला. सूर्य त्या ताऱ्याच्या तडाख्यांतून पुढें निसटून गेला खरा, पण मागाहून त्याच्या लक्षांत आलें कीं आपल्या शरीराचे बरेच लचके त्या ताऱ्यानें तोडले आहेत. तेव्हां त्या त्याच्यापासून सुटलेल्या भागांना त्यानें आकाशांत कुठें पडून ते नाहींसे होऊं नयेत म्हणून त्यांना आपल्याकडे ओढून घेतले व कांहीं ठराविक अंतरावरून त्यांना आपल्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालावयास सांगितलें; आणि मौज अशी कीं आज लाखों वर्षें हे तुटलेले भाग सूर्याभोंवतीं त्याच्या आज्ञेंत राहून फिरत आहेत, आणि म्हणूनच सूर्य हा या ग्रहांचा जन्मदाता व ग्रह हीं त्याचीं मुलें समजून या सर्वांना '**सूर्याचें कुटुंब**' किंवा '**सूर्यमाला**' म्हणतात.

हें असें कसें झालें !

त्यांचें असें झालें ! तो अज्ञात तारा सूर्याजवळ येऊं लागल्यावर त्याच्या प्रचंड आकारामुळें त्याच्या तीव्र आकर्षणाचा परिणाम सूर्यावर होऊं लागला. या आकर्षणामुळें सूर्यावरील वायुरूप पदार्थ त्या अज्ञात ताऱ्याकडे गाजराच्या शेंड्याप्रमाणें ओढला जाऊं लागला. तो अज्ञात तारा जसजसा सूर्याच्या जास्त जास्त जवळ येऊं लागला तसतसा त्याच्या आकर्षणाचा परिणाम जास्त होऊन सूर्यावरील वायुरूप पदार्थ त्या ताऱ्याच्या दिशेनें जास्त जास्त वाढत गेला. (यावेळीं हें लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं या सूर्यापासून त्या ताऱ्याच्या दिशेनें उचलल्या जाणाऱ्या पदार्थावर सूर्याच्या आकर्षणाची क्रियाहि सतत चालू होतीच.) कांहीं कालानें अर्थातच हा तारा आपल्या मार्गानें सूर्यापासून दूर जाऊं लागल्यामुळें त्याच्या आकर्षणाची शक्ति कमी होत चालली; तरी पण यापूर्वींच्या त्याच्या आकर्षणाचा सूर्यापासून वर उचट-

लेल्या भागावर एवढा परिणाम झाला कीं तेवढा भाग सूर्यापासून तुटून निराळा झाला. या आकर्षणाचा आणखीहि एक परिणाम असा झाला, कीं या तुटलेल्या भागाला गति मिळाली. यानंतर मात्र तो अज्ञात तारा दूर गेल्यामुळें त्याच्या आकर्षणाचा आणखी कांहीं परिणाम त्या सूर्यावर किंवा त्या सूर्यापासून तुटलेल्या भागावर होणें अशक्य झालें.

अशा रीतीनें सूर्यापासून जो भाग निसटला त्याच्यावर आतां फक्त सूर्याच्या आकर्षणाचाच तेवढा परिणाम होऊं लागला. हा सूर्यापासून सुटलेला वायुमय पदार्थ नंतर थंड होऊं लागला. ही थंड होण्याची क्रिया कित्येक वर्षे चालू राहिली. हा पदार्थ थंड होऊं लागला तसा त्या वायुमय पदार्थांतील निरनिराळ्या ठिकाणीं असलेल्या कमी अधिक विरलतेमुळें याचे आणखी तुकडे पडूं लागले. हे तुकडे आकारानें अर्थातच कमीअधिक होते. पुढें

ग्रहांचा जन्म–(पृष्ठ २९ वरील आकृतीचा खुलासा)

१ अज्ञात ताऱ्याच्या आकर्षणाचा परिणाम होऊं लागून सूर्यावरील वायुमय पदार्थ उचलला जात आहे.

२ या आकर्षणाचा जास्तींत जास्त परिणाम होऊन सूर्यावरील वायुमय पदार्थ त्या ताऱ्याच्या दिशेनें पुष्कळच ओढला गेला आहे.

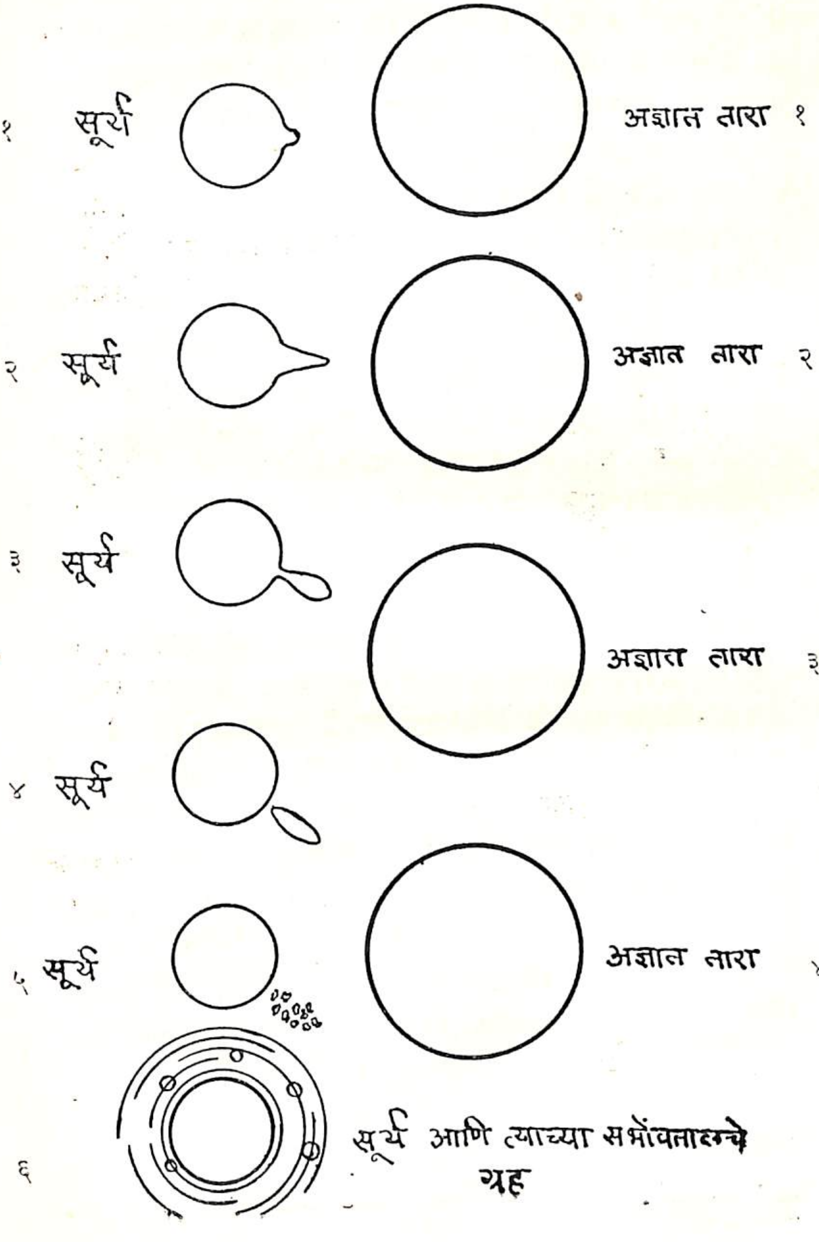
३ अज्ञात ताऱ्याचें आकर्षण कमी होऊं लागल्यामुळें आणखी वायुमय पदार्थ ओढला न जातां तो पदार्थ वर ओढला जाण्याची क्रिया संपत आली आहे.

४ शेवटीं त्या अज्ञात ताऱ्याच्या आकर्षणामुळें (आकर्षणाच्या-ओढीच्या हिसक्यामुळें) सूर्यावरील त्या ताऱ्याकडे ओढलेला भाग सूर्यापासून तुटून स्वतंत्र झाला आहे.

५ अज्ञात तारा दूर निघून गेल्यामुळें आतां फक्त सूर्य व त्याच्यापासून निसटलेला पदार्थ राहिल्यावर तो सुटलेला पदार्थ थंड होऊं लागला व या थंड होण्याच्या क्रियेंत त्याचे अनेक तुकडे झाले.

६ पण या तुकड्यांवर आतां केवळ सूर्याच्याच आकर्षणाचा परिणाम होत असल्यामुळें हे थंड झालेले तुकडे म्हणजेच ग्रह सूर्याभोंवतीं निरनिराळ्या कक्षेंत फिरत राहिले.

ग्रहांचा जन्म


१ सूर्य
अज्ञात तारा १
२ सूर्य
अज्ञात तारा २
३ सूर्य
अज्ञात तारा ३
४ सूर्य
५ सूर्य
अज्ञात तारा ४
६
सूर्य आणि त्याच्या सभोंवतालचे ग्रह

हे तुकडे अधिक त्वरेनें थंड होत गेले. त्या अज्ञात ताऱ्यानें जातां जातां या सर्व भागांना मुरड दिली. त्यामुळें कांहींचें आंस या दिशेस तर कांहींचे त्या दिशेस अशा तऱ्हेनें तिरकस झाले. हे तुकडे म्हणजेच बुधशुक्रादि नवग्रह होत. **ग्रहांचा जन्म** ही आकृति पाहा. (पृष्ठ २९)

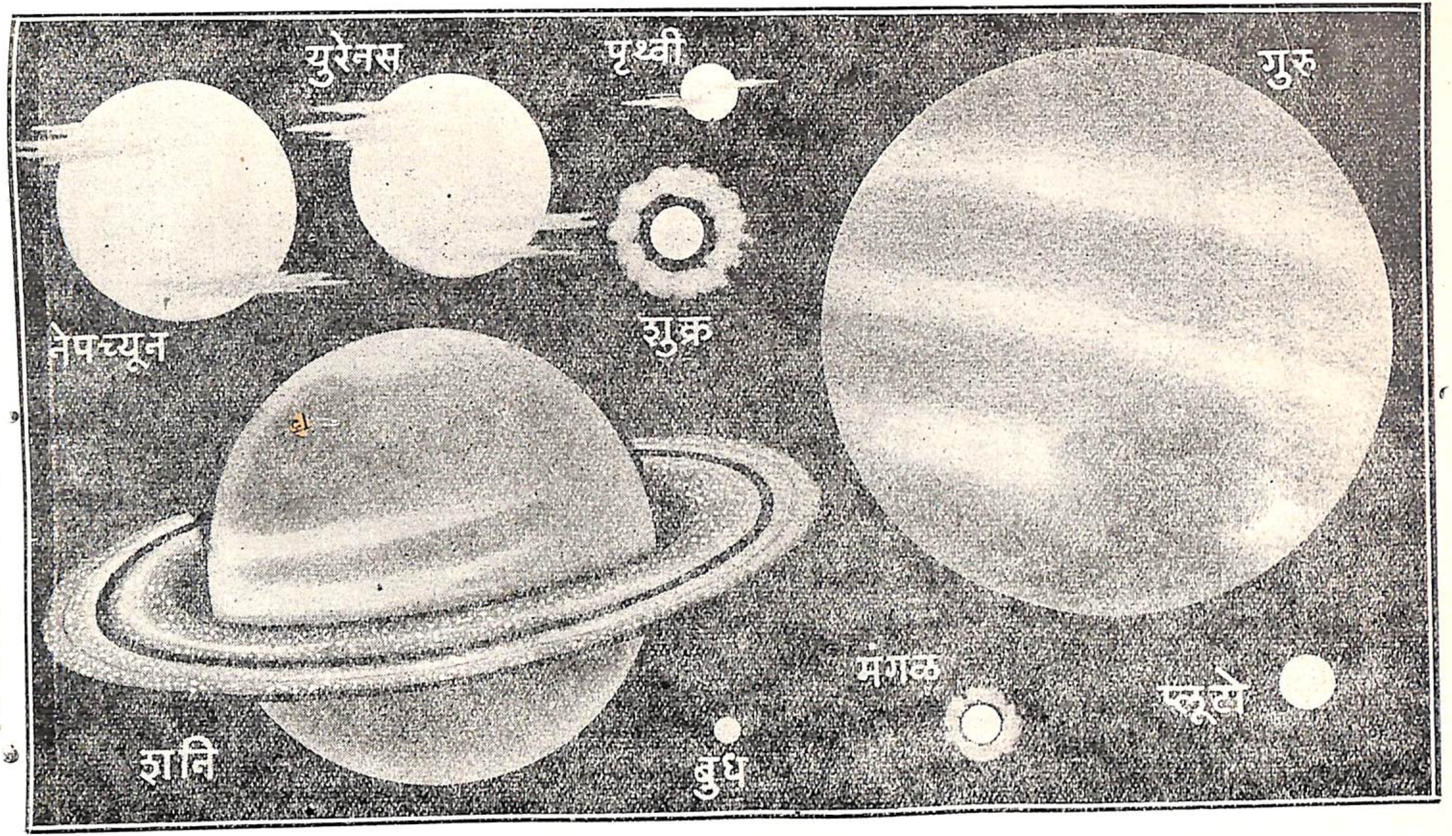
या ग्रहांपैकीं सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतात. अर्थात् सूर्यापासून त्यांचें अंतर कमीअधिक असल्यामुळें व त्यांच्या कमीअधिक वेगामुळें सूर्याभोंवतीचा त्यांच्या प्रदक्षिणेचा काल कमीअधिक असतो. या ग्रहांपैकीं कांहीं ग्रह सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतांना सूर्याभोंवतीं सर्वत्र सारखें अंतर ठेवून फिरतात, कांहीं लंब वर्तुलाकार अशा भ्रमणमार्गानें फिरतात, तर कांहीं वर्तुलाकार मार्गानें फिरत केव्हां सूर्याजवळ येतात व केव्हां त्याच्यापासून फार दूर जाऊन पुन्हां त्याच्याजवळ येतात. असे हे ग्रहांचे सूर्याभोंवतींच्या भ्रमणमार्गाचे निरनिराळे प्रकार आहेत.

याशिवाय या ग्रहांच्या बाबतींतील आणखी एक मौज अशी कीं कांहीं ग्रह स्वतःभोंवतीं प्रदक्षिणा घालीत घालीत सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतात. उदा. पृथ्वि. तर कांहीं सूर्याकडे आपली एकच बाजू सतत ठेवून त्याच्याभोंवतीं फिरतात. उदा. बुध. कांहीं ग्रहांच्या बाबतींतच असें कां व्हावें हें निश्चितपणें सांगणें कठीण आहे. तरीपण एवढें अनुमान काढतां येईल कीं ग्रहांच्या जन्माच्या वेळीं सूर्यापासून जे तुकडे—ग्रह—लांब म्हणजे त्या अज्ञात ताऱ्याच्या जवळ होते त्यांच्यावर त्या अज्ञात ताऱ्याच्या आकर्षणाचा परिणाम जास्त झाला व तो तारा ज्यावेळीं दूर गेला त्यावेळीं त्याच्या शेवटच्या ओढीचा परिणाम होऊन त्यांना ही स्वतःभोंवतीं फिरण्याची गति मिळाली असावी. आणि मग स्थितिस्थापकत्व (Inertia) या एका मूलभूत सिद्धांतामुळें ही गति कायम राहिली.

सर्व ग्रह गोल कां ?

वर सांगितल्याप्रमाणें सूर्यापासून निसटलेले तुकडे थंड होऊं लागले त्यावेळीं त्यांच्या भोंवतींहि असंख्य लहान लहान तुकडे (त्या सुटलेल्या

सूर्यमालेंतील ग्रहांचें आकारमान—या चित्रावरून कोणता ग्रह कोणत्या ग्रहापेक्षां किती लहान किंवा मोठा आहे याची कल्पना येईल. (पृष्ठ ३१)


युरेनस
पृथ्वी
गुरु
नेपच्यून
शुक्र
मंगळ
प्लूटो
शनि
बुध

वायुमय पदार्थांचेच) फिरत राहिले होते. हे तुकडेहि थंड होऊन घट्ट झाल्यावर त्यांचे त्या मोठ्या तुकड्याभोंवतीं ढगच बनले. या असंख्य लहान तुकड्यांतील कांहीं तुकडे शेजारच्या ग्रहाच्या आकर्षणामुळें ओढले जाऊन त्या ग्रहाच्या द्रव्यांत मिळून एकजीव होऊन गेले तर कांहीं त्या ग्रहांच्या कमी अधिक उंच कडावर आदळले गेले व त्यामुळें त्यांच्या वेड्यावांकड्या कक्षा अधिक नियमित होत गेल्या; एवढेंच नव्हे तर त्यांना गोलाकार येण्यासहि मदत झाली.

या सूर्यापासून निसटलेल्या तुकड्यांपैकीं अनुक्रमें पहिला तुकडा म्हणजे बुध ग्रह, दुसरा तुकडा म्हणजे शुक्र ग्रह. तिसरा पृथ्वि, चौथा मंगळ, पांचवा गुरु, सहावा शनि, सातवा युरेनस, आठवा नेपचून व नववा प्लूटो हा ग्रह होय.

आणखी कित्येक ग्रह

या नवग्रहांपैकीं मंगळ व गुरु यांच्यांमध्येंहि एक ग्रह होता. तो वारंवार गुरु ग्रहाजवळ येई. हा ग्रह गुरुपेक्षां पुष्कळच लहान असल्यामुळें गुरूच्या आकर्षणाचा त्याच्यावर फार मोठा परिणाम होई. या आकर्षणामुळें त्या ग्रहावरील घन पदार्थहि समुद्राच्या लाटेप्रमाणें उसळून वर येई व शेवटीं लाट फुटल्याप्रमाणें या पदार्थांचे तुकडे तुकडे होऊन जात! हीच क्रिया पुष्कळ वेळ घडल्यामुळें त्या ग्रहाचे अगदीं तुकडे तुकडे होऊन गेले व ते आजहि मंगळ व गुरु यांच्या मध्यंतरीं फिरत राहिले आहेत. तो एक लहानसा ग्रहांचा समुदायच बनला आहे. त्यांना इंग्रजींत Asteroids असें म्हणतात. यांतील मोठ्या ग्रहाचा व्यास ४०० मैलांपर्यंत आहे व सर्वांत धांकट्याचा ३ मैल आहे. असे एकूण सुमारे ५०,००० ग्रह आहेत.

अशा तऱ्हेनें ग्रह निर्माण झाल्यानंतर ज्या कारणानें हे ग्रह निर्माण झाले त्याच कारणानें आणखी एक गंमत झाली ती अशी—

चंद्रांची (Satellites) उत्पत्ति

सूर्याजवळ आलेला अज्ञात तारा निघून गेल्यावर ज्या क्रियेनें व प्रकारानें सूर्यांतील भाग निघून ग्रह निर्माण झाले त्याच क्रियेनें व प्रकारानें सूर्याच्या आकर्षणाचा निरनिराळ्या ग्रहावर परिणाम होऊन त्यांच्यांतील कांही भाग तुटले. हे ग्रहांचेच तुटलेले भाग म्हणजेच त्यांचे चंद्र होत.

आणि ज्याप्रमाणें व ज्यामुळें हे ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरत आहेत त्याचप्रमाणें व त्यामुळेंच ग्रहांचे चंद्रहि त्यांच्याभोंवतीं फिरत आहेत. अर्थात् हे जे ग्रहांचे भाग तुटले ते, ते ग्रह अर्धवट वायुमय स्थितींत असतांना. याशिवाय दुसरी एक कल्पना अशी आहे कीं आपला चंद्र (पृथ्वीचा)· तेवढाच अशा रीतीनें निर्माण झाला पण इतर ग्रहांचे चंद्र किंवा उपचंद्र हे त्या त्या ग्रहा-मधून निघाले नसून ग्रहांची निर्मिती चालू असतांना ग्रहाप्रमाणेंच सूर्याच्याच लहान लहान भागांचे ते ग्रहाप्रमाणें स्वतंत्र रीत्याच झाले आहेत.

बुध व शुक्र या दोन ग्रहांच्या व्यतिरिक्त सर्व ग्रहांना असे चंद्र आहेत. कोणाला किती आहेत ते आतां पाहूं या.—

पृथ्वि–१ चंद्र (आपण ज्याला चंद्र म्हणतों व जो पाहतों तो हाच होय.)

मंगळ–२ चंद्र
गुरु–९ चंद्र
शनी–१० चंद्र
युरेनस–४ चंद्र
नेपचून १ चंद्र

प्लूटो–याला चंद्र आहे कीं नाहीं याची समाधानकारक व निश्चित माहिती मिळत नाहीं.

या चंद्रांना उपग्रह असेंहि म्हणतात.

आतां ग्रहांच्यासंबंधींची माहिती क्रमानें पाहूं या.

बुध

बुधाचें स्थान, अंतर इ.

बुध हा सूर्याला सर्वांत जवळ असलेला ग्रह आहे. सूर्यापासूनचें त्याचें कमींत कमी अंतर ३६,०००,००० मैल आहे. त्याचा व्यास ३००० मैल आहे. यावरून तो किती लहान आहे याची कल्पना येईल. बुध सूर्या-भोंवतीं फिरतांना एका लांबच लांब अशा लंबट वर्तुळाकार गतीनें फिरतो. तो जेव्हां सूर्याच्या अगदीं जवळ येतो तेव्हां तो सूर्यापासून २८,५००,००० मैल असतो व जेव्हां तो सूर्यापासून जास्तींत जास्त लांब असतो त्यावेळीं त्याचें सूर्यापासूनचें अंतर ४३,३५०,००० मैल असतें. त्याला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालण्यास ८८ दिवस लागतात.

अखंड रात्र व दिवस

बुध ग्रहाची नेहमीं एकच बाजू सूर्याकडे वळलेल ..ते. बुधाच्या एकूण गोलापैकीं शेंकडा ३७ भागावर सतत सूर्यप्रकाश असतो म्हणजेच नेहमीं दिवस असतो. त्याचप्रमाणें तितक्याच भागावर म्हणजे ३७ टक्के भागावर नेहमीं अंधार म्हणजे अखंड रात्र असते; व शिल्लक राहिलेल्या २६ टक्के भागावर संधिप्रकाश असतो.

आपल्या पृथ्वीला सूर्य आपल्याकडे (सूर्याकडे) जेवढ्या शक्तीनें आकर्षीत असतो त्याच्या चौपटीनें तो बुध ग्रहाला आपल्याकडे आकर्षीत असतो. याचें कारण एकच दिसतें. तें हें कीं पृथ्वीपेक्षां बुध सूर्याला अगदीं जवळचा आहे. याचाच आणखी एक परिणाम असा होतो, कीं पृथ्वीपेक्षां बुधाला सूर्यप्रकाश जास्त मिळतो. असें सांगतात, कीं पृथ्वीला मिळणाऱ्या सूर्यप्रकाशापेक्षां नऊपटीनें जास्त सूर्यप्रकाश व उष्णता बुधाला मिळते व त्यामुळें बुधावर उकळत्या पाण्याइतकी उष्णता नेहमींच असते. बुधग्रहाला चंद्र नाहीं; त्यामुळें त्याचें आकारमान ठरवितांना शास्त्रज्ञांना शुक्र किंवा पृथ्वि इत्यादि ग्रहांशीं तुलना करावी लागते; आणि म्हणूनच बुधाचें आकारमान पृथ्वीच्या १/२७ आहे हें अनुमान अनिश्चित मानतात.

बुधावरील जीवन

बुधावरील एका बाजूच्या प्रखर उष्णतेमुळें व दुसऱ्या बाजूला अगदीं थंडच थंड (कारण त्या बाजूला सूर्यकिरण कधीं पोंचतच नाहींत) अशी स्थिति असल्यामुळें फक्त ज्या ठिकाणीं संधिप्रकाश आहे त्याच ठिकाणीं तेवढी प्राणिसृष्टीची शक्यता आहे. पण जीवनाला आवश्यक असलेली हवा बुध ग्रहावर आहे कीं नाहीं याचीच शंका आहे. बहुतेक सर्व शास्त्रज्ञांचें मत असें आहे कीं जीवनाला आवश्यक असें वातावरण बुधावर नाहीं. अगदीं थोड्यांना त्याबद्दल शंका आहे. बुध हा सहसा दिसत नाहीं. कारण आपली पृथ्वि व बुध दोघेहि जवळजवळ एकाच पातळींत सूर्याभोंवतीं फिरतात. तो क्वचित् सूर्यास्तानंतर एक तासाच्या अवधींत दिसतो. तेव्हां अत्यंत तेजःपुंज दिसतो; कारण त्याला सूर्यप्रकाश अधिक मिळतो.

बुध साधारणतः एका शतकांत तेरा वेळां पृथ्वि व सूर्य यांच्या पातळींत येऊन जातो. ११४० सालीं तो असा आडवा येऊन गेला असून

यानंतर तो १९५३, १९५७, १९६०, १९७०, १९७३, १९८६, १९९३, १९९९ या वर्षी पृथ्वि व सूर्य यांच्यामधून जाणार आहे. सूर्याभोंवतीं फिरतांना दर सेकंदास २७ मैल इतक्या वेगानें बुध आपल्या भ्रमण-मार्गावरून जात असतो. दुर्बिणींतून पाहिलें तर (अर्थात् निरभ्र आकाश असेल तेव्हां) बुध दिवसाहि दिसूं शकतो. बुध ग्रहाचे जे वेधशाळांतून फोटो घेतले आहेत त्यांवरून त्याच्यावर वेडेवांकडे काळे पट्टे दिसतात.

शुक्र

शुक्राचें स्थान, अंतर इत्यादि

सूर्यापासून अंतराच्या क्रमानें हा ग्रह दुसरा आहे. शुक्राचा सूर्याभोंवतींचा भ्रमणमार्ग जवळ जवळ वर्तुळाकार आहे. तो जेव्हां सूर्याच्या अगदीं जवळ येतो त्यावेळीं त्याचें सूर्यापासूनचें अंतर २६,०००,००० मैल असतें व अगदीं लांब असतो त्यावेळीं १६०,०००,००० मैल असतें. एकूण सरासरी अंतर (Mean distance) ६७,२००,००० मैल असतें. सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालण्यास शुक्राला २२४.७ दिवस लागतात.

शुक्र हा सूर्याच्या आधीं तीन तास व नंतर तीन तास इतक्या कालानें मावळतो किंवा उगवतो. संध्याकाळीं व रात्रीं तो पश्चिमेस दिसतो व पहांटे नी सकाळीं पूर्वेस दिसतो. शुक्र हा एक अत्यंत तेजस्वी ग्रह आहे. गुरु-ग्रहाच्या किंवा व्याध नांवाच्या सर्वांत तेजस्वी ताऱ्याहूनहि शुक्र तेजस्वी दिसतो. कवी व कादंबरीकार एकाद्या अत्यंत सुंदर स्त्रीला शुक्राच्या चांदणीची उपमा कां देतात हें तुमच्या आतां लक्षांत आलें असेल.

शुक्राची एकच बाजू नेहमीं सूर्याकडे वळलेली असते आणि चंद्राच्या कला जशा दिसतात तशा शुक्राच्याहि दिसतात. शुक्र हा आपल्याभोंवतीं फिरत फिरत सूर्याभोंवतीं फिरतो कीं नाहीं यासंबंधीं शास्त्रज्ञांमध्यें तीव्र मतभेद आहेत. तो आपल्या भोंवतीं साधारणतः २४ तासांत फिरत असावा या मतापासून ते तो (शुक्र) आपल्याभोंवतीं इतक्या मंद गतीनें फिरत असावा कीं त्याची आपल्याभोंवतींची प्रदक्षिणा व सूर्याभोंवतींची प्रदक्षिणा एकाच वेळीं संपत असावी या मतापर्यंत म्हणजे अगदीं दोन ध्रुवांइतकें मतांतर शास्त्रज्ञांनीं प्रकट केलें आहे.

शुक्रावरील ढगांचें आवरण

शास्त्रज्ञांच्याकडून खरोखर अशीं विसंवादी मतें ऐकलीं म्हणजे आपण अगदीं गोंधळून जातों. पण खरं म्हणजे या बाबतींत त्यांचा अगदीं नाइलाज झाला आहे. त्याचें कारण असें कीं शुक्राच्या सभोंवतीं ढग व धूलिकण यांचें दाट आवरण आहे. त्यामुळें प्रत्यक्ष शुक्राचें (शरीराचें) दर्शनच होत नाहीं. अगदीं क्वचित् ढग पातळ झाले तर त्या मिळणाऱ्या अगदीं थोड्या वेळांत दुर्बिणींतून प्रत्यक्ष शुक्राचें जें दर्शन व्हायचें त्यावरूनच शास्त्रज्ञांनीं तर्क काढले आहेत.

शुक्रावर वेडेवांकडे काळे पट्टे दिसतात. तेव्हां हे पट्टे म्हणजे हवा असल्याचाच परिणाम असला पाहिजे असा तर्क आहे. पण जीवनाला आवश्यक असा प्राणवायु (ऑक्सिजन) अत्यंत थोडा असल्यामुळें व कार्बन डायऑक्साइड विपुल प्रमाणांत असल्यामुळें शुक्रावर जीवसृष्टि नाहीं हें निश्चित झालें आहे. आणि म्हणूनच शुक्राला ' मृतलोक ' म्हणतात.

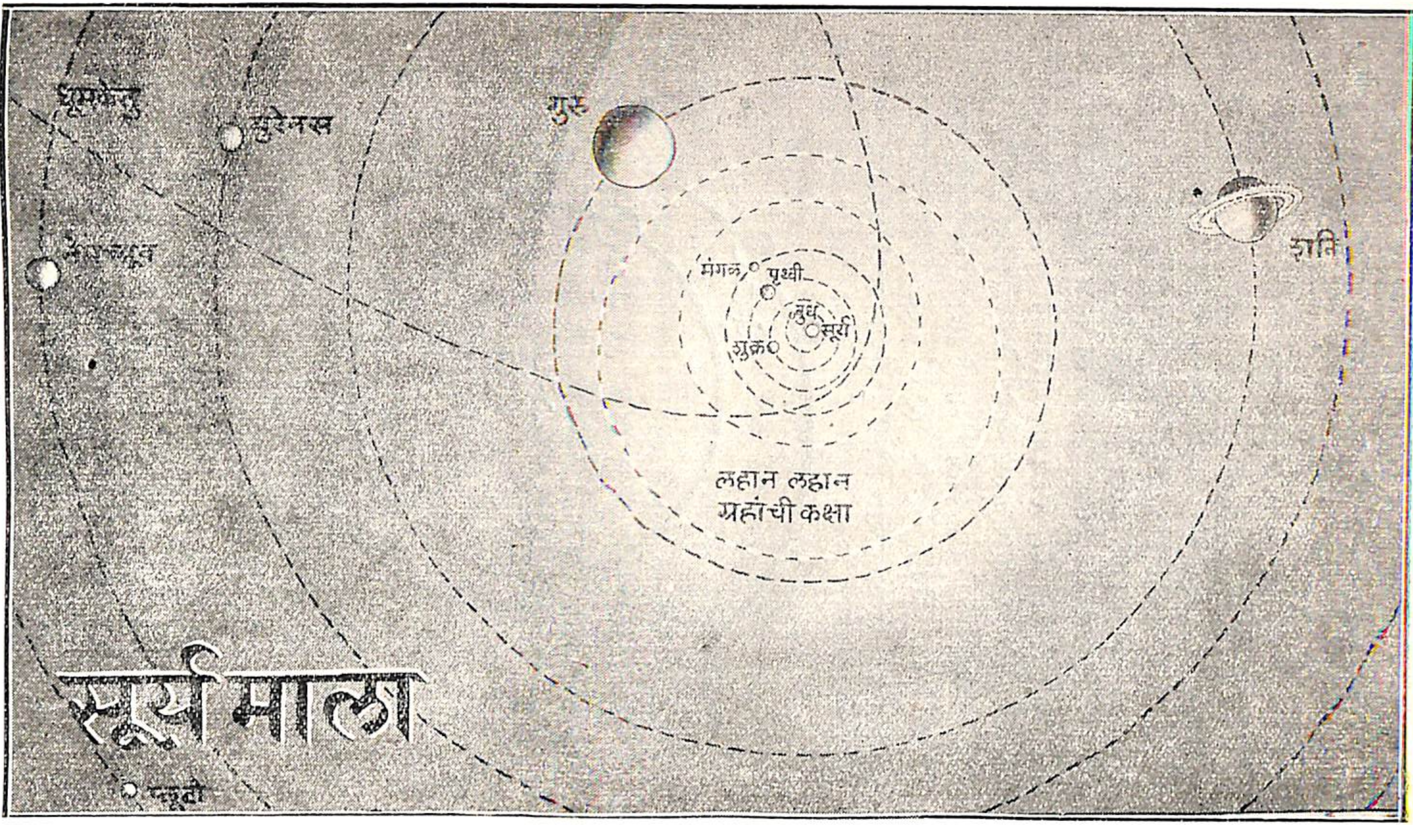
पृथ्वीचा जुळा भाऊ—शुक्र

शुक्र सूर्याला छेदून असा एका शतकांतून फक्त दोनदां जातो. ज्यावेळीं तो असा जातो त्यावेळीं तो सूर्यबिंबामधून सरकत जात असतांना दिसतो. आतां ८ जून २००४ या वर्षी व त्यानंतर ६ जून २०१२ या वर्षी तो सूर्याला छेदून जाईल. यानंतर १२१½ वर्षें, नंतर ८ वर्षें, नंतर १०५½ वर्षें, नंतर आठ वर्षे व पुन्हां वरील क्रमानें तो सूर्यबिंबामधून जाईल.

पृथ्वि व शुक्र यांचे आकार जवळजवळ अगदीं सारखे आहेत. शुक्राचा व्यास जवळजवळ ७,७०० मैल आहे, तर पृथ्वीचा व्यास जवळजवळ ७९०० मैल आहे. मात्र ज्या द्रव्यांचा शुक्र बनला आहे तें द्रव्य मात्र पृथ्वीच्या द्रव्याइतकें घन नाहीं.

पृष्ठ ३७ वरील चित्राचा खुलासा—

या चित्रांत सूर्य व त्याचे ग्रह किंवा सूर्याचें कुटुंब दाखविलें आहे. निरनिराळ्या ग्रहांचे सूर्याभोंवतींचे भ्रमणमार्ग (कक्षा) साधारणतः कसे आहेत याची यावरून कल्पना येईल. सूर्य व त्याचे ग्रह या सर्वांना **सूर्यमाला** (Solar System) असें नांव विशेष रूढ आहे.

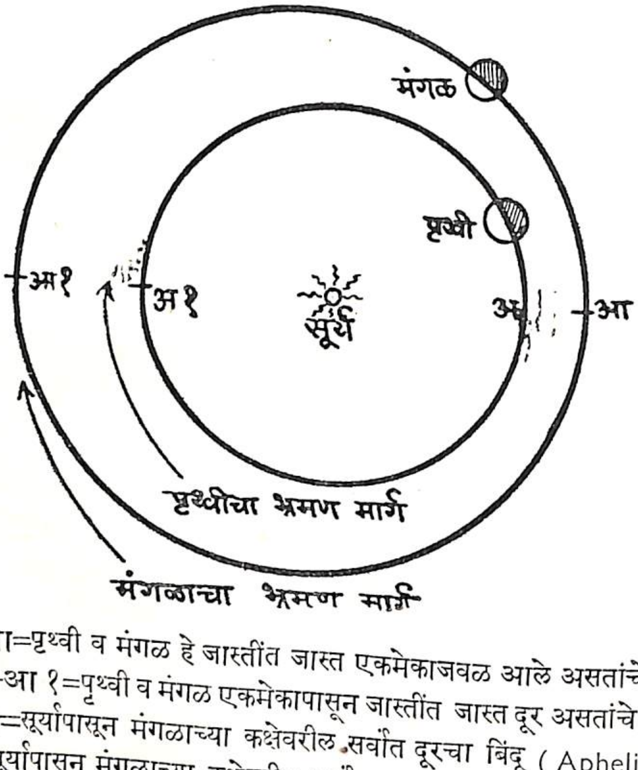


सूर्यमाला
धूमकेतु
युरेनस
गुरु
शनि
मंगळ
पृथ्वी
बुध
सूर्य
शुक्र
लहान लहान
ग्रहांची कक्षा

मंगळ

मंगळाचें स्थान, आकार, अंतर इत्यादि

मंगळ हा आपल्या पृथ्वीशेजारचा दुसरा ग्रह. पण हा सूर्यापासून पृथ्वीच्या पलीकडे आहे. याचा रंग तांबूस किंवा लाल दिसतो. आपल्या हिंदी ज्योतिषशास्त्रज्ञांनीं त्याचा हा लाल रंग पाहून त्याला ' उग्र प्रकृतीचा ग्रह ' असें म्हटलें आहे. मंगळाचा लाल रंग व गुरु–शुक्राचा पांढराशुभ्र रंग यांतील विरोध पाहण्यासारखा आहे. केवळ तेजाच्या दृष्टीनेंच विचार केला तर मंगळाचें तेज ' व्याध ' या तेजस्वी ताऱ्यापेक्षांहि कधीं कधीं अधिक वाटतें. मंगळ नेहमींच दिसत नाहीं. मंगळ आपल्या भ्रमण-मार्गावरून फिरत असतांना ज्यावेळीं पृथ्वीच्या अगदीं जवळ येतो त्यावेळीं



अ–आ=पृथ्वी व मंगळ हे जास्तींत जास्त एकमेकाजवळ आले असतांचे बिंदू
अ १–आ १=पृथ्वी व मंगळ एकमेकापासून जास्तींत जास्त दूर असतांचे बिंदू
आ १=सूर्यापासून मंगळाच्या कक्षेवरील सर्वांत दूरचा बिंदू (Aphelion)
आ=सूर्यापासून मंगळाच्या कक्षेवरील सर्वांत जवळचा बिंदू (Perihelion)

तो स्पष्ट दिसतो व जेव्हां तो पृथ्वीपासून दूर जातो त्यावेळीं अर्थात्च अंधुक दिसूं लागतो. मंगळ जेव्हां आपल्या पृथ्वीपासून अगदीं दूर जातो त्यावेळीं त्याच्या उदयास्ताचा काल सूर्याच्या उदयास्ताप्रमाणेंच असतो, म्हणजेच तो सूर्याबरोबर उगवतांना व मावळतांना दिसतो.

सूर्यापासूनचें मंगळाचें अंतर सामान्यतः १४१,६५०,००० मैल आहे. पण मंगळ जेव्हां अगदीं पृथ्वीच्या जवळ येतो त्यावेळीं त्याचें पृथ्वीपासूनचें अंतर ३५,०००,००० मैल इतकें असतें; व ज्यावेळीं तो पृथ्वीपासून जास्तींत जास्त दूर असतो त्यावेळीं ६३,०००,००० मैल इतकें (पृथ्वी व मंगळ यामध्यें) अंतर असतें. मंगळाचें वर्ष (किंवा त्याचा सूर्याभोंवतींचा प्रदक्षिणा करण्याचा काळ) ६८६·९८ दिवसांचें आहे. मंगळ आपल्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत करीत आपल्या भ्रमणमार्गावरून सूर्याभोंवतीं फिरत आहे. हा त्याचा स्वतःच्या भोंवतींच्या प्रदक्षिणेचा काल २४ तास ३७ मिनिटें व २२·६ सेकंदें एवढा आहे. मंगळाला पृथ्वीच्या अगदीं जवळ आल्यानंतर तिच्यापासून जास्तींत जास्त लांब जाण्याला सर्वसाधारण २ वर्षें व ४९½ दिवस एवढा काल लागतो. मंगळाच्या या लाल गोळ्याचा व्यास ४,१९० मैल आहे असें अत्यंत सूक्ष्म निरीक्षणावरून आढळून आलेलें आहे. पण ट्रम्पलर नांवाच्या खगोलशास्त्रज्ञानें मंगळाचे पिवळ्या प्रकाशांत फोटो घेतले. त्यावरून त्याचा व्यास ४२४० मैल असल्याचें आढळून आलें आहे. मंगळ आपल्या भ्रमणमार्गावरून दर सेकंदास १५½ मैल वेगानें जात असतो.

मंगळावरील कालवे

मंगळ हा पृथ्वीला सर्वांत जवळचा असा ग्रह असल्यानें त्याचा अभ्यास खगोलशास्त्रज्ञांनीं फार लक्षपूर्वक केला आहे. शुक्र हासुद्धां पृथ्वीला पुष्कळच जवळ आहे. पण जेव्हां तो पृथ्वीच्या अगदीं जवळ येतो त्या वेळीं त्याचा प्रकाशित भाग उलट बाजूला वळलेला असतो आणि त्यामुळें निरीक्षण करणें शक्य होत नाहीं.

मंगळाकडे पाहिलें तर हिरवट, पिवळ्या, नारिंगी, निळसर, पिंगट व पांढऱ्या अशा रंगांच्या खुणा आढळून येतात. आकाशस्थ जे गोल आहेत

त्यांमध्यें घन पृष्ठभाग असलेले असे गोल फार थोडे दिसतात. मंगळ हा त्यांपैकीं एक आहे. याशिवाय चंद्र हा एक असून कदाचित् बुधाचाहि अंतर्भाव यांमध्यें करतां येईल. चंद्रावरील दऱ्या, डोंगर अगदीं स्पष्ट दिसूं शकतात तितक्या प्रमाणांत मंगळावरील स्पष्ट भाग दिसत नाहींत हें खरें; पण मंगळ स्वतःभोंवतींच भ्रमण करीत सूर्याभोंवतीं फिरत असल्यामुळें त्याचे सर्व भाग दिसूं शकतात. याशिवाय त्याच्याभोंवतीं वातावरण असल्यामुळें निरनिराळे ऋतु हे असले पाहिजेतच अशी सहज कल्पना होते व त्यामुळें शास्त्रज्ञांना परिश्रमपूर्वक अभ्यास करायला मोठा हुरूप येतो.

वर सांगितलें आहेच कीं मंगळावर निरनिराळ्या रंगांच्या खुणा (पट्टे किंवा डाग) आहेत; या खुणा मंगळावर सतत दिसतात व या खुणांचा रंगहि बदललेला दिसतो. मंगळाच्या दोन्ही ध्रुवांभोंवतीं पांढरेशुभ्र पट्टे दिसतात. अर्थात् हे पांढरे पट्टे म्हणजे बर्फच होय असें शास्त्रज्ञ म्हणतात. कारण हिंवाळा निघून गेल्यावर हे पट्टे दिसेनासे होतात; कारण उन्हाळ्यामुळें बर्फ वितळून गेलेला असतो. (कांहीं शास्त्रज्ञांच्या मतें पांढरे पट्टे म्हणजे बर्फ नसून तो गोठलेला 'कार्बन-डायऑक्साइड' आहे. पण सध्यां या मताला कोणी फारसें महत्त्व देत नाहीं असें दिसतें.) मंगळावर दिसणारे हिरवट पट्टे म्हणजे त्याच्यावरील समुद्र होत व नारिंगी भाग म्हणजे त्याच्यावरील भूभाग होत.

इ. स. १८७७ मध्यें शिपारेली (Schiaparelli) नांवाच्या खगोल-शास्त्रज्ञाला मंगळावर अगदीं बारीक रेषांचें जाळेंच दिसून आलें. या खुणा म्हणजे मंगळावरील कालवे होत असें त्यानें जाहीर केलें. याच शास्त्रज्ञानें पुढें जेव्हां या कालव्यांपैकीं कांहीं कालवे (Canals) जुळे आहेत असें सांगितलें तेव्हां लोकांना केवढें तरी आश्चर्य वाटलें. पुढें हे कालवे कांहीं विशिष्ट कालींच दुप्पट होतात असें आढळून आलें. या जुळ्या कालव्यांमध्यें ३० पासून ३५० मैलांपर्यंत अंतर असतें व मौज ही, कीं त्यांपैकीं एक सदैव एकाच ठिकाणीं असतो व दुसरा कालवा या 'स्थिर' कालव्याच्या एकदां एका बाजूस तर दुसऱ्या वेळीं त्याच्या दुसऱ्या बाजूस दिसतो.

पण अलीकडच्या शोधावरून हें 'कालवे' प्रकरण काय आहे हें अद्याप नक्की झालेलें नाहीं. तीव्रतम शक्तीच्या दुर्बिणींतून पाहिलें तरीहि या मंगळावरील उभ्या आडव्या रेखांचा विशेष बोध होत नाहीं.

मंगळावरील जीवन

पृथ्वीप्रमाणेंच मंगळाची स्वतःभोंवतीं फिरत राहण्याची क्रिया, त्यावर होणारे ऋतु व सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे त्यावर जीवनाला आवश्यक असें हवामान (म्हणजेच 'प्राणवायू'चें अस्तित्व) यांमुळें मंगळावर कोणत्या तरी प्रकारचें जीवन असलें पाहिजे असा शास्त्रज्ञांचा कयास आहे. पृथ्वीवरील हवामानाप्रमाणेंच मंगळावर हवामान आहे; पण त्याचें दार्ढ्य पृथ्वीच्या हवामानापेक्षां निम्में आहे. मंगळावर पाण्याची वाफ असली तरी पृथ्वीवरील पाण्याच्या हवेपेक्षां ती $\frac{१}{१३}$ एवढीच आहे. अर्थात् एवढ्या अपुऱ्या परिस्थितींत त्यावर मानवी जीवन असणें सहसा शक्य नाहीं; पण निदान वनस्पतिसृष्टि तरी असावी. ऑक्सिजन शेंकडा फक्त १५ टक्के आहे. या ऑक्सिजनच्या—प्राणवायूच्या—अस्तित्वामुळेंच मंगळावरच्या 'वस्ती'ची किंवा 'जीवना'ची कल्पना निघाली आहे. पण पृथ्वीपेक्षां मंगळ सूर्यापासून दूर आहे त्यामुळें अर्थातच सूर्यापासून मिळणारी उष्णता त्याला पृथ्वीपेक्षां कमी प्रमाणांत मिळणार हें एक कारण, शिवाय प्रत्यक्ष अवलोकनानें केलेल्या कल्पनांवरून पाहिलें तर मंगळावरील हवा एकंदरीनें फार थंड आहे. एका शास्त्रज्ञानें भर दुपारीं मंगळाच्या विषुववृत्तावरील उष्णतामान फक्त १० सेंटिग्रेड एवढें दिलें आहे. अर्थात् अशा स्थितींत मानवी जीवन तर अगदीं अशक्य दिसतें.

पण एवढें असलें तरी याहि परिस्थितीशीं झगडत जीवन कंठणारे मानवी प्राणी त्यावर असले पाहिजेत एवढेंच नव्हे, तर कदाचित् ते आपल्यापेक्षांहि अधिक सुधारलेले असून त्यांच्याबरोबर आपल्याला दळणवळण ठेवणेंहि शक्य होईल असें कॅमिली फ्लॅमेरियन या शास्त्रज्ञानें सांगितलें आहे.

याउलट दुसऱ्या कांहीं शास्त्रज्ञांचीं मतेंहि मोठीं मनोरंजक आहेत. त्यांचें म्हणणें असें कीं लाखों वर्षांपूर्वीं केव्हांतरी मंगळावर मानव होते आणि आपण केलेल्या प्रगतिपेक्षां त्यांनीं अधिक प्रगति त्याच वेळीं केली होती. आतां मात्र तिथें लोक नसतील. यांपैकीं पहिल्या मताचा म्हणजे आजहि मंगळावर मानवी जीवन शक्य आहे या मताचा पगडा पंचवीस

वर्षांपूर्वी एवढा होता कीं त्यावेळीं सुपीक मेंदूच्या लेखकांनीं मंगळावरील मनुष्याची, त्याच्या राहणीची, कपड्यालत्त्यांची व चालीरीतींची कल्पना रम्य चित्रें रेखाटून कथा–कादंबऱ्यांतून मोठीं मनोरंजक वर्णनें केलीं आहेत.

मार्कोनी या इटालियन शास्त्रज्ञाला, त्याचें रेडिओसंबंधीचें संशोधन चालू असतां त्याच्या रेडिओ यंत्रामधून प्रक्षेपित होणाऱ्या आवाजांना प्रत्युत्तरात्मक असे आवाज ऐकूं आले. मार्कोनीला हे आवाज कोठून आले याचा उलगडा होईना. मंगळावर मनुष्यप्राणी असावा ही कल्पना त्या वेळीं रूढ होतीच. त्याला आरंभीं हे प्रत्युत्तरात्मक आवाज मंगळावरील लोकांनींच प्रक्षेपित केले असावेत असें वाटलें. त्यानें पुन्हां प्रयत्न करून पाहिला पण पहिल्यासारखे आवाज त्याला ऐकायला मिळाले नाहींत. तेव्हां त्यानें निराशेनें तो नाद सोडला. मात्र आपल्या अपयशामुळें मंगळावरील लोकांना आपण त्यांच्यापेक्षां अद्याप मागासलेले आहोंत असें वाटून, त्यांनीं आपला नाद सोडला असावा असें म्हटलें आहे. शास्त्रज्ञांनीं पुन्हां प्रयत्न करावा ही त्याची सूचना आहेच. मात्र त्याला ऐकूं आलेले आवाज हे मंगळावरीलच असावेत असें वाटण्याचें कारण इतर कुठल्या ग्रहावर जीवसृष्टी अशक्य आहे ही समजूत होय.

या सर्व तर्कांतून आज मनुष्यप्राणी किंवा इतर प्राणी मंगळावर आहेत कीं नाहींत हें जरी निश्चित सांगतां येत नसलें तरी पण मंगळावर वनस्पतीसृष्टि तरी असावी असें वाटतें. पिकरिंग नांवाच्या शास्त्रज्ञानें मंगळावर ज्या रेषा किंवा ओरखडे दिसतात ते दुसरे तिसरे कांहीं नसून मंगळावरील डोंगरपर्वतांच्या दऱ्यांतून असलेली झाडीच होय असें म्हटलें आहे.

मंगळाच्या संबंधींच्या आणखी कांहीं मौजा आहेत त्या लक्षांत ठेवण्यासारख्या आहेत. आपण मंगळ व पृथ्वी यांवर एकाच वस्तूचें वजन केलें तर काय होईल? शास्त्रज्ञ सांगतात कीं पृथ्वीवर ज्या वस्तूचें वजन १०० पौंड भरेल त्याच वस्तूचें वजन मंगळावर फक्त ५० पौंड भरेल. मंगळाचा पृष्ठभाग एकंदरींत सपाट (विशेष उंच पर्वत किंवा खोलच खोल दऱ्या अशी सरांस रचना नसलेला) आहे. मंगळावरील नारिंगी किंवा लाल

दिसणारा भाग हा भूभाग असून हिरवट दिसणारा भाग हा त्यावरील समुद्राचा भाग आहे. मंगळाच्या ध्रुवावर ६ फूट जाड एवढा बर्फाचा थर असतो. आपल्या पृथ्वीवर आहेत त्याप्रमाणें त्यावर ऋतुहि आहेत व मंगळावर जर जातां आलें तर ढगांची शोभाहि त्यावर पाहायला मिळेल.

मंगळाचे चंद्र

मंगळाला दोन चंद्र आहेत. या दोन चंद्रांपैकीं मंगळाच्या जवळ जो चंद्र आहे त्याचें नांव 'फोबस' (Phobas) असें आहे. याची मंगळाभोंवतीं फिरण्याची गति अति जलद अशी आहे. मंगळ आपल्याभोंवतीं एकदां फिरून पुन्हां स्वतःभोंवतींची प्रदक्षिणा सुरू करेतों फोबस मंगळाभोंवतींच्या आपल्या तीन प्रदक्षिणा पुऱ्या करतो. फोबसला मंगळाभोंवतीं एक प्रदक्षिणा पुरी करण्यास फक्त साडेसात तास पुरतात. मंगळावर जर आपण गेलों तर आपल्याला हा चंद्र (फोबस) पश्चिमेकडे उगवून पूर्वेकडे मावळत असलेला दिसेल.

दुसऱ्या म्हणजे फोबसच्या पलीकडे असलेल्या चंद्राचें नांव 'डेमॉस' (Deimos) असें आहे. डेमॉस मंगळाभोंवतींची प्रदक्षिणा ३० तासांत उरकतो. म्हणजे स्वतः मंगळाला स्वतःभोंवतीं प्रदक्षणा करण्याला जेवढा वेळ लागतो त्यापेक्षां किंवा मंगळाच्या दिवसापेक्षां डेमॉसला साधारणतः ६ तास जास्त लागतात. डेमॉस पूर्वेला उगवतो व पश्चिमेला मावळतो. डेमॉसच्या या सावकाश गतीमुळें तो उगवून मावळेपर्यंत दोन दिवस होतात. हे दोन्ही चंद्र आकारानें फार लहान आहेत. डेमॉसचा व्यास अवघा १० मैल व फोबसचा व्यास डेमॉसपेक्षां थोडा जास्त आहे. कांहींच्या कल्पनेप्रमाणें त्यांचे व्यास याहून जास्त आहेत, पण एकंदरींत तीस मैलांपेक्षां दोघांचेहि व्यास कमीच आहेत. वर दिलेल्या त्यांच्या व्यासावरून हे दोन्ही चंद्र आकारानें किती लहान आहेत याची कल्पना आलीच असेल. त्यांच्या या लहान आकारामुळें ते मंगळापासून स्वतंत्र असे फारसे दिसून येत नाहींत व जर तुम्ही खुद्द मंगळाच्या ध्रुवावरून जरी पाहिलेंत तरीहि ते दिसणार नाहींत.

ॲस्टरॉइड्स् (Asteroids)

ॲस्टरॉइड्स् म्हणजे असंख्य लहान लहान ग्रहांचा मंगळ व गुरु या ग्रहांच्या सूर्याभोंवतींच्या भ्रमणमार्गामधील समुदाय. या ग्रहांची उत्पत्ति कशी काय झाली याची हकीगत पृष्ठ १६वर 'आणखी कित्येक ग्रह' या मथळ्याखालीं आलेलीच आहे.

'बोड'चें संशोधन व सिद्धांत

जोहान एलर्ट बोड (१७४७-१८२६) नांवाच्या एका जर्मन खगोलशास्त्रज्ञानें सूर्य व त्याचे ग्रह यांतील असलेलें अंतर यांमध्यें कांहीं तरी नियमबद्धता असली पाहिजे या कल्पनेनें संशोधन केलें व त्यानें एक नियम शोधून काढला तो असा. ३ हा आंकडा मूळ धरून त्याची दुप्पट करावयाची. या दुप्पटीमुळें आलेल्या आंकड्याची पुन्हां दुप्पट करावयाची व हीच पद्धती ७ आंकडे येईपर्यंत अनुसरावयाची. म्हणजे ० : ३ : ६ : १२ : २४ : ४८ : ९६ असे आंकडे येतात. या आंकड्यांत प्रत्येक वेळीं ४ हा आंकडा मिळवून ज्या संख्या येतील त्या संख्या सूर्यापासूनचें ग्रहांचें अंतर बरोबर दाखवितील असा त्याचा सिद्धांत होता. या सिद्धांताप्रमाणें ४ : ७ : १० : १६ : २८ : ५२ : १०० असे आंकडे येतात. हे आंकडे प्रत्येक ग्रहाचें सूर्यापासूनचें अंतर दाखवितात. प्रत्यक्ष संशोधनानें ४ म्हणजे बुधाचें स्थान किंवा अंतर, ७ म्हणजे शुक्र... इत्यादि प्रमाणें १०० म्हणजे शनीचें अंतर एथपर्यंत हा सिद्धांत पटला. पण २८ आंकड्यांशीं मिळता असा ग्रह सांपडेना तेव्हां शास्त्रज्ञांना त्याचें मोठें कोडें पडलें होतें. पुढें साधारणतः १८४७ पासून या ग्रहसमुच्चयाचा शोध लागूं लागला व या ग्रहसमुदायांतील ग्रह दुर्बिणींतून दिसूं लागले, व अशा रीतीनें बोडचा सिद्धांत खरा ठरला.

या ग्रहसमुदायांत आतां सुमारें ५०,००० ग्रह असल्याचें एका शास्त्रज्ञाचें म्हणणें आहे. या ग्रहांपैकीं पहिला ग्रह १८०१ मध्यें सांपडला व त्याला सीरेस (Ceres) हें नांव दिलें गेलें. या बाबतींत १८०१ नंतर संशोधन चालूंच होतें. पण १८४७ नंतर त्याला विशेष भर येऊन बहुतेक दर वर्षी नवीन नवीन ग्रहांची भर पडत गेली व एकट्या १९०८ या वर्षी

फोटोग्राफीच्या सहाय्यामुळें मागच्या संख्येंत ११७ नव्या संशोधित ग्रहांची भर पडली. आज ९०० ग्रहांची माहिती देतां येते. पण याशिवाय आणखी किती ग्रह असतील याचा अंदाज वर दिलाच आहे.

ग्रहांचे आकार

या ग्रहांपैकीं सीरेस या ग्रहाचा व्यास ४८० मैल आहे. हा सर्वांत मोठा ग्रह होय. याच्यापेक्षां आकारानें लहान असलेल्यांचीं नांवें व्हेस्टा, पॅलास, यूनो इत्यादि आहेत. सर्वांत लहान ग्रहाचा व्यास फक्त तीन मैलांचा आहे.

या ग्रहांचे सूर्याभोंवतींचे भ्रमणमार्ग व आकार अनियमित आहेत. या ग्रहांपैकीं १९०८ सालीं संशोधिलेला एरॉस (Eros) नांवाचा ग्रह अगदीं अनियमितपणें सर्याभोंवतीं फिरतो. तो अशा अनियमितपणें फिरत असल्या-कारणानें तो मंगळापेक्षांहि पृथ्वीजवळ येतो त्यावेळीं त्याचें अंतर पृथ्वीपासून फक्त १३,५००,००० मैल एवढें असतें यामुळें हाच सर्वांत पृथ्वीजवळ येणारा ग्रह मानतात.

एरॉस अशा तऱ्हेनें आपल्या जास्त जवळ येत असल्यामुळें त्याचें सविस्तर संशोधन करतां आलें आहे. एरॉसचा आकार साधारणतः पाचरी-सारखा असून त्याचा व्यास १७ मैल आहे. मंगळापासूनचें त्याचें अगदीं जवळचें अंतर २१,०००,००० मैल आहे. एरॉसला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास ६४३ दिवस लागतात.

अशा या लहान आकाराच्या असंख्य ग्रहांच्यासंबंधीं विशेष संशो-धन करणें कठिण आहे. पण जेवढी माहिती मिळाली आहे ती सुद्धां किती-तरी बोधप्रद आहे, नाहीं कां?

गुरु

गुरूचें स्थान, आकार, अंतर इत्यादि

मंगळानंतरचा ग्रह म्हणजे गुरु होय. हा सूर्यापासून ४८ कोटी ३० लक्ष मैल लांब आहे. सूर्यापासून ग्रह जितका लांब तितक्या-प्रमाणांत त्याचा सूर्याभोंवतीं फिरण्याचा वेग कमी असतो. गुरूला सूर्या-

भोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास आपलीं ११·८७ वर्षें किंवा ४,३३३ दिवस लागतात. गुरूला आपल्या स्वतःभोंवतींची प्रदक्षिणा पुरी करण्यास फक्त ९ तास व ५६ मिनिटें पुरतात. म्हणजे गुरूवरचा दिवस व रात्र ही पांच तासांहूनहि कमी असतात. ·गुरु हा नांवाप्रमाणेंच सूर्यमालेंतील सर्वांत मोठा ग्रह आहे. त्याचा व्यास ८६,५०० मैल आहे. यावरून त्याच्या प्रचंडपणाची कल्पना येईल. तो आपल्याभोंवतीं प्रचंड वेगानें गरगर फिरत असल्यामुळें त्याच्या दोन्ही ध्रुवांजवळचे भाग चपटे झाले असून विषुववृत्ताजवळ जास्त फूग आलेली आहे. गुरु आपल्या पृथ्वीपेक्षां १३०९ पटीनें मोठा आहे. त्याचें दार्ढ्य (Density) सूर्याएवढेंच म्हणजे पाण्याच्या १·३४ एवढें मानतात. गुरूच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान –१४० (उणें १४०) सेंटिग्रेड आहे. पृथ्वीला सूर्यापासून जेवढी उष्णता मिळते त्याच्या फक्त $\frac{1}{27}$ गुरूला मिळते.

गुरूवरचे डाग, पट्टे व ढग

गुरूकडे पाहिलें तर त्याच्या दक्षिण बाजूस एक मोठा लाल डाग असलेला दिसून येतो. हा डाग ३०,००० मैल लांब व सुमारें ७००० मैल रुंद एवढा मोठा आहे. याशिवाय त्यावर अनेक आडवे पट्टे असलेले दिसून येतात. दोन पट्टयांमध्यें पांढरी रेघ दिसून येते. या पट्टयांपैकीं एक पट्टा लालभडक असतो, त्यावेळीं दुसरा रंगहीन किंवा निळसर दिसतो. नंतर कांहीं कालानें पहिल्याचा रंग फिका पडत जातो व दुसऱ्याचा लाल होत जाऊन दोन्ही सारखे लाल दिसूं लागतात. अशा रीतीनें पट्टयांचे रंग त्याच्या सूर्याभोंवतींच्या प्रदक्षिणेच्या विशिष्ट कालांतच बदलतात. हे पट्टे गुरूच्या गतीमुळें दिसतात कीं त्याला आणखी कांहीं कारणें आहेत हें नक्की सांगतां येत नाहीं. कारण गुरूच्याभोंवतीं ढगांचें आवरण कित्येक मैल आहे.

या ढगांच्या आवरणामुळेंच गुरूचें नीट निरीक्षण करतां येत नाहीं; आणि त्यामुळें परस्परविरोधी कल्पना रूढ झालेल्या आहेत. एक कल्पना अशी आहे कीं, गुरु हा आकारानें पृथ्वीपेक्षां कितीतरी पटीनें मोठा असल्यामुळें पृथ्वी जशी तिच्यावरील सर्व वायू थंड होऊन आजच्या स्थितीस आलेली आहे तशी स्थिति अद्याप गुरूची झालेली नाहीं. अद्याप तो वायुरूप स्थितींतच असून

तो हळूं हळूं थंड होत चालला आहे; पण ही स्थिति मान्य केली तर त्याला स्वतःचा थोडा तरी प्रकाश असला पाहिजे असें मानणें भाग आहे; परंतु तशी कांहीं परिस्थिति दिसत नाहीं. उलट गुरूच्या प्रचंड आकाराच्या मानानें त्याचें वजन फारच कमी भरतें. तेव्हां अद्याप तो वायुमय स्थितींतच असावा असेंहि वाटतें.

१९३५मध्यें प्रोफेसर जेफरीज नांवाच्या संशोधकानें वरील गोष्टींच्या अगदीं बरोबर उलट सिद्धांत मांडला आहे. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणें गुरु हा पृथ्वीसारखाच थंड झाला आहे. एवढेंच नव्हे तर अकरा हजार मैल खोलीचें टणक कवच त्यावर आहे. गुरूवर ढग दिसतात ते धूर किंवा धूळ यांचे नसून कार्बन डायॉक्साइडच्या किंवा इतर कोणत्यातरी वायूंच्या थरांचे आहेत. एवढेंच नव्हे तर गुरूवर खूप लोखंड किंवा इतर कांहीं धातूंचे थर असून ते बर्फानें झांकलेले आहेत व त्यांवर थंड वायूचे विस्तृत थर पसरलेले आहेत. गुरूवर दिसणारे ढग कित्येक वेळ १०० मैल उंचीचे दिसतात.

गुरूचे चंद्र

गुरूला एकूण नऊ चंद्र आहेत हें मागें सांगितलें आहेच. हे सर्व चंद्र एकाच पातळीवरून गुरूभोंवतीं फिरतात. गुरूच्या अगदीं जवळ असलेला चंद्र या सर्वांत लहान असून तो गुरूपासून ११२,६०० मैल लांब आहे व याचा व्यास शंभर मैल आहे. सर्वांत शेवटीं असलेला चंद्र व्यासानें सुमारें १५ मैलांचा असून तो गुरूपासून १५,०००,००० मैल दूर आहे. गुरूपासून चौथा असलेला चंद्र हा सर्वांत मोठा आहे व त्याचा व्यास ३,२७३ मैल आहे. गुरूपासून अगदीं दूर असलेला चंद्र पहिल्या आठ चंद्रांच्या विरुद्ध बाजूनें गुरूभोंवतीं फिरत असतो. या चंद्राला अशी विरुद्ध गति कां मिळाली याचें कारण सांगतां येत नाहीं. मात्र, कदाचित् आकाशांतील या एकाकी फिरणाऱ्या गोलाला गुरूनें आपल्याकडे ओढून घेतला असावा असा एक तर्क आहे.

गुरूवर जीवसृष्टि असण्याची शक्यता दिसत नाहीं; पण कदाचित् त्याच्या एकाद्या चंद्रावर त्याची शक्यता आहे असें कित्येकांस वाटतें. तरी-पण हे चंद्र व पृथ्वि यांमधील अंतर येवढें मोठें आहे कीं उत्कृष्ट दुर्बिणीं-

तूनसुद्धां पाहिलें तरी विशेष महत्त्वाची माहिती मिळूं शकत नाहीं. इ. स. १६१० त गॅलिलिओनें आपल्या दुर्बिणींतून गुरूच्या चार चंद्रांचा शोध लावला.

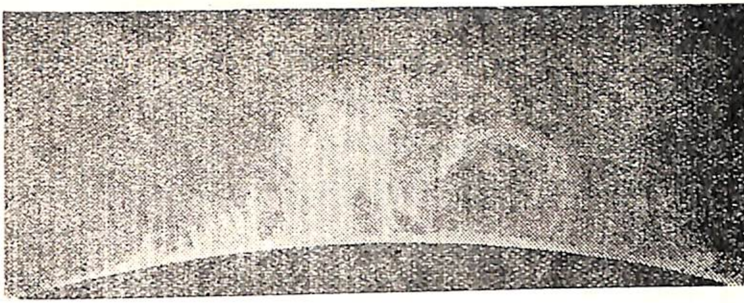
शनि

शनीचें स्थान, आकार, अंतर इत्यादि

गुरूनंतर येणारा ग्रह म्हणजे शनि होय. शनि हा त्याच्याभोंवतींच्या कड्यांमुळें प्रख्यात आहे. सूर्यापासूनचें त्याचें अंतर ८८५,९००,००० मैल आहे; व त्याला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास सुमारें २९ वर्षें नि ६ महिने लागतात. शनीचा व्यास ७४१०० मैल आहे. पृथ्वीच्या आकारमानापेक्षां शनीचें आकारमान साडेसातशेंपट मोठें आहे; व त्याच्यावरील द्रव्याचें दार्ढ्य पाण्याच्या ०·७१५ इतकें आहे. एकादी वस्तु शनीवर ठेवली व तिचें वजन करावयाचें ठरविलें तर त्या वस्तूचें वजन $\frac{1}{6}$नें कमी झालेलें दिसतें. याचें कारण शनीचा स्वतःभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्याचा प्रचंड वेग हेंच होय. शनि आपल्याभोंवतीं १० तास १४ मिनिटें व २४ सेकंदांत फिरतो. शनीच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान – १५०° सेंटीग्रेड इतकें आहे. गुरूप्रमाणेंच शनिभोंवतींहि कार्बन डायॉक्साइडच्या कणांचे किंवा त्यासारख्या वस्तूचे ढग आहेत व शनीवरहि अनेक धातु आहेत असें प्रो. जेफरीज यांचें मत आहे. शनि हा अद्यापि अर्धद्रव स्थितींत आहे. पृथ्वीवरून शनीचा प्रकाश पिवळा दिसतो.

शनि व त्याचीं कडीं

शनीचीं कडीं हें एक त्याचें वैशिष्टय आहे. शनीला एकूण तीन कडीं आहेत. एक कडें संपल्यानंतर दुसऱ्या कड्याच्या मध्यंतरीं काळा पट्टा दिसतो. हीं कडीं म्हणजे असंख्य अशा घनद्रव्याच्या वस्तूंचीं बनलेलीं आहेत. मधल्या कड्याची रुंदी १६००० मैल आहे व या कड्याचा बाहेरील टोंकापासूनचा व्यास सुमारें दीडलक्ष मैलांचा आहे असें एक मत आहे. या कड्यांना शास्त्रज्ञ ए. बी. सी. या नांवानें ओळखतात. या कड्यांतील सर्वांत बाहेरील कडें मात्र अर्धघन वस्तूचें बनलेलें आहे. हीं सर्व



सूर्याच्या ज्वाला (पृष्ठ २१ पाहा)

कडीं शनीच्याभोंवतीं नेहमीं फिरत असतात व त्यांचा फिरण्याचा वेग ताशीं १२ मैल एवढा असतो.

शनीचे चंद्र

शनीला एकूण नऊ चंद्र आहेत. कांहींच्या मतें दहा चंद्र आहेत; परंतु पहिलें मतच विशेष प्रचलित आहे. शनीच्या नऊ चंद्रांपैकीं सहावा चंद्र टिटन (Titan) या नांवाचा असून त्याचा व्यास २७०० मैल आहे. व तो शनीभोंवतीं १५ दिवस व २२ तास एवढ्या वेळांत फिरतो. हे सर्व चंद्र शनीभोंवतीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे याप्रमाणें फिरतात. गुरूच्या शेवटच्या चंद्राप्रमाणें शनीचाहि शेवटचा चंद्र म्हणजे आकाशांतील आकर्षिलेला एक खगोल आहे असें कांहींचें म्हणणें आहे. ग्यालिलिओनें आपल्या दुर्बिणींतून शनीकडे पाहिलें तेव्हां त्याला शनीच्या दोन्ही बाजूंस दोन प्रकाशित गोल आहेत असें वाटलें. परंतु पुढें या प्रकाशित वस्तू म्हणजेच शनीचीं कडीं होत असें आढळून आलें. १६५५मध्यें ह्यूजेन्स नांवाच्या शास्त्रज्ञानें 'टिटन' हा चंद्र प्रथम शोधून काढला.

युरेनस अथवा प्रजापती

युरेनसचें सूर्यमालेंतील स्थान, अंतर इत्यादि

पूर्वीच्या कल्पनेप्रमाणें सूर्यमालेंतील शनी हा शेवटचाच ग्रह होय; परंतु १३ मार्च १७८१ रोजीं सर वुइल्यम हर्शल नांवाच्या खगोलशास्त्रज्ञास या ग्रहाचा शोध लागला. हर्शल हा संगीतज्ञ होता. त्यानें

स्वतःच दुर्बिण तयार करून संशोधनास सुरवात केली व वर सांगितल्याप्रमाणें युरेनसचा शोध त्याला लागला. आरंभीं या नव्या ग्रहाला त्यानें त्याचा आश्रयदाता तिसरा जॉर्ज (इंग्लंडचा राजा) याचें नांव दिलें. पण इतर शास्त्रज्ञांनीं त्याचें हर्शेल हेंच नांव त्या ग्रहास दिलें; पण पुढें जर्मन शास्त्रज्ञ बोड यानें युरेनस हें नांव रूढ केलें व आज तेंच प्रचलित आहे.

सूर्यापासूनचें युरेनसचें अंतर १,७८२,८००,००० मैल आहे. त्याला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास ८४ वर्षांपेक्षां अधिक काल लागतो. त्याचा व्यास सुमारें ३०,९०० मैल आहे व त्यावरील द्रव्य पृथ्वीच्या १४·६ पट आहे व पाण्यापेक्षां १·२७ पटीनें घन आहे. एक मत तो वायुमय स्थितींतच अद्याप आहे असें आहे. तर दुसऱ्या मताप्रमाणें तो एक थंड गोळा असून त्याच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान –१८०° सेंटिग्रेड इतकें आहे. मात्र पृथ्वि ज्या द्रव्यांची बनलेली आहे त्यापेक्षां अगदीं भिन्न अशा द्रव्यांचा युरेनस बनलेला आहे. युरेनस हा दुर्बिणींतून निळसर हिरवट रंगाचा दिसतो. युरेनस आपल्याभोंवतींची प्रदक्षिणा फक्त १० तास ४५ मिनिटांत पुरी करतो. यावरून त्याच्या प्रचंड गतीची कल्पना येईल.

युरेनसचे चंद्र

युरेनसला एकूण ४ चंद्र आहेत. हे चंद्र युरेनसच्या भ्रमणमार्गाशीं समपातळींत असलेल्या पातळींतच फिरतात. परंतु ते त्याच्या कक्षेशीं काटकोन करून फिरतात, हें यांचें वैशिष्ट्य आहे. सर्वांत लांबचा चंद्र युरेनसपासून ३६४,००० मैल दूर असून तो युरेनसच्याभोंवतींची फेरी साधारणतः साडेतेरा दिवसांत पुरी करतो व अगदीं जवळचा चंद्र हा युरेनसपासून ११९,१०० मैल दूर असून तो युरेनसभोंवतींची, फक्त दोन दिवस चौदा तासांत, प्रदक्षिणा पुरी करतो.

नेपचून किंवा वरुण

नेपचूनचा शोध कसा लागला ?

युरेनसचा शोध लागल्यावर त्याच्या सूर्याभोंवतींच्या भ्रमणमार्गाचें संशोधन सुरू झालें. या संशोधनांत ज्या भ्रमणमार्गानें युरेनस वास्तविक

जावयास हवा तसा न जातां थोडा फरक पडत असलेला आढळून आला. त्यामुळें युरेनसवर आणखी कोणत्यातरी ग्रहाच्या आकर्षणाचा परिणाम होत असला पाहिजे अशी कल्पना निघाली व पुढें नेपच्यूनच्या शोधामुळें ही कल्पना खरी ठरली. या ग्रहाचें संशोधन जे. सी. ॲडॅम्स व यू. जे. जे. लेव्हेरियर या इंग्लिश व फ्रेंच गृहस्थांनीं अगदीं स्वतंत्रपणें केलें व दोघांनीं गणिताच्या सहाय्यानें नेपच्यूनचा भ्रमणमार्ग व त्याचें स्थान निश्चित करून त्याप्रमाणें खगोलाचें निरीक्षण करतांच त्यांना नेपच्यून सांपडला. लेव्हेरियरचें संशोधन आधीं झालें व त्यानें आपले सिद्धांत प्रथम प्रसिद्ध केले. पण लेव्हेरियरचा सिद्धांत कोणी मानेना. नंतर थोड्या दिवसांनीं ॲडॅम्सनें आपल्या संशोधनाची माहिती प्रसिद्ध केली. या दोघांच्याहि संशोधनाची कसून तपासणी होऊन शेवटीं सर्व शास्त्रज्ञांनीं नेपच्यूनच्या अस्तित्वाला मान्यता दिली.

नेपच्यूनचें स्थान, अंतर इत्यादि

नेपच्यून हा नव्या कल्पनेप्रमाणें सूर्यमालेंतला आठवा ग्रह आहे. सूर्यापासून तो २,८००,०००,००० मैल लांब आहे. एवढ्या या प्रचंड अंतरामुळें कमालीच्या पल्लेदार दुर्बिणींतूनसुद्धां नेपच्यूनचें निश्चित स्वरूप पाहतां येणें अशक्य आहे. चंद्र, शुक्र इत्यादि ग्रहांप्रमाणें नेपच्यूनचें बिंब स्पष्ट दिसूं शकत नसल्यामुळें त्याच्यासंबंधीं अधिक माहिती मिळणें अशक्य आहे. तरीहि शास्त्रज्ञांनीं त्याचा व्यास काढलाच आहे. या अंदाजाप्रमाणें नेपच्यूनचा व्यास सुमारें ३५,००० मैल म्हणजे पृथ्वीच्या साडेचार पट आहे. नेपच्यून हिरवट रंगाचा दिसतो. पृथ्वीच्या एकपंचमांशाएवढें त्याचें दार्ढ्य आहे. त्यामुळें पृथ्वीसारखा नेपच्यून हा घन गोल नसावा असें अनुमान निघतें. दर सेकंदास तीन मैल याप्रमाणें धांवत नेपच्यून सूर्याभोंवतीं १६५ वर्षांत एक प्रदक्षिणा घालतो. नेपच्यूनच्या पृष्ठभागावरची उष्णता –२००° सेंटिग्रेड आहे.

नेपच्यूनचा चंद्र

नेपच्यूनला एकच चंद्र आहे. हा चंद्र नेपच्यून ज्या दिशेनें सूर्याभोंवतीं फिरतो त्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेनें नेपच्यूनच्याभोंवतीं

फिरतो हें या चंद्राचें वैशिष्ट्य आहे. हा चंद्र नेपचूनभोंवतीं ५ दिवस २१ तासांत प्रदक्षिणा पुरी करतो.

प्लूटो

युरेनसच्या भ्रमणमार्गाच्या अनियमितपणाबद्दल ज्या वेळीं संशोधन सुरूं झालें व नेपचूनचा शोध लागला तेव्हांपासूनच नेपचूनच्या पलीकडेहि एखादा ग्रह असण्याची शक्यता संशोधकांस वाटत होती. कारण नेपचूनच्या शोधामुळेंसुद्धां युरेनसच्या कक्षेंतील अनियमितपणाबद्दल पूर्ण समाधान होण्यासारखी माहिती मिळाली नव्हती. त्यामुळें नेपचूनच्या पलीकडेहि एखादा ग्रह असला पाहिजे असें एक मत प्रचलित होतें; व त्याप्रमाणें शास्त्रज्ञांनीं गणित करून या कुठेंतरी असलेल्या अदृश्य ग्रहाच्या कक्षेबद्दल सूर्याभोंवतींच्या प्रदक्षिणेच्या कालाबद्दल वगैरे आपले अंदाज बांधले होते; आणि आश्चर्याची गोष्ट अशी कीं हे सर्व अंदाज प्लूटोच्या शोधानंतर फारच थोड्या फरकानें खरे ठरले. पर्सिव्हल लॉवेल या अमेरिकन गृहस्थानें १९३० मध्यें या ग्रहाचा शोध लावला. नेपचून व प्लूटो आपल्या कक्षेंतून फिरत असतांना कित्येक वेळीं एकमेकांच्या अगदीं जवळ येतात. आपल्या दृष्टीनें ते असे अगदीं जवळ म्हणजे कित्येक हजार मैलांच्या अंतरावर असले तरी त्यांच्या परस्परांच्या आकर्षणामुळें ते एकमेकांच्यावर जरी अगदीं आपटले नाहींत तरी त्यांच्या आकर्षणामुळें एकमेकांतील द्रव्यांचें लचके तोडूं शकतील. एच्. एन्. रसेल नांवाच्या शास्त्रज्ञानें नेपचून व प्लूटो खिस्त शकापूर्वी ९७६ सालीं एकमेकाला खेटून गेल्याचें व पुन्हां तसेंच इ. सन ९२३८मध्यें एकमेकाला खेटून जातील असें कांहीं गृहित गोष्टींवरून भविष्य वर्तविलें आहे.

राहू आणि केतू

आपल्याकडील कल्पनेप्रमाणें या ग्रहांमध्यें राहू आणि केतू या दोघांचीं नांवें यावयास पाहिजेत, नाहीं ? पण तीं मुद्दामच घेतलेलीं नाहींत. कारण असें कीं राहू आणि केतू हे खरोखरी आकाशस्थ गोल किंवा ग्रह मुळींच नसून त्यांचीं नांवें म्हणजे नुसती कल्पना आहे. तेव्हां त्यांच्याबद्दल विचार करण्याचें कारणच उरत नाहीं.

राहू, केतू या दोन ग्रहांची आपल्या पुराणांतील कल्पना आहे ती अशा प्रकारची. देव व राक्षस यांनीं समुद्रमंथन करून अमृत काढलें. नंतर हें अमृत पिऊन अमर होण्यासाठीं म्हणून एका रांगेंत देव व समोरच्या रांगेंत राक्षस बसले. पण अमृत जर राक्षसांनाहि दिलें तर राक्षसहि देवां-बरोबर अमर होतील, अत्याचार व दुराचार वाढतील म्हणून भगवान विष्णूनें मोहिनीच्या (स्त्रीच्या) रूपानें अमृत वांटण्यास सुरवात केली; पण मोठ्या युक्तीनें फक्त देवांनाच अमृत मिळावें अशी व्यवस्था केली. ही गोष्ट केतू नांवाच्या राक्षसाच्या लक्षांत आली व त्यानें लगेच देवरूप घेतलें व तो देवांच्या ओळींत येऊन बसला. क्रमानें मोहिनी देवरूप केतूजवळ आली व तिनें त्याच्या प्याल्यांत अमृत ओतलें तोंच मोहिनीच्या लक्षांत केतूचें सत्य रूप आलें व मोहिनीनें (विष्णूनें) तात्काल केतूचें शीर धडावेगळें केलें. पण शीर व धड हीं स्वतंत्र पण अमर झालींच. शीर म्हणजे राहू राक्षस व शिरविहीन धड म्हणजे केतू राक्षस होय. हे राक्षस सूर्यचंद्रास ग्रहणें लावतात असाहि एक समज नंतर रूढ झाला.

मात्र राहू हा नवग्रहांतील आठवा ग्रह व केतू हा नववा ग्रह असें निश्चित स्थान हिंदूंच्या रूढ कल्पनेंत दिसून येतें. कदाचित् चंद्र व सूर्य यांना ग्रहणें कां लागतात याचें निश्चित कारण न समजल्यामुळें कांहीं ग्रह त्यांच्या आड येत असावेत एवढीच कल्पना आल्यामुळें त्याची व पुराणां-तील कथेची सांगड घालून दिली असावी असें दिसतें.

धूमकेतू

आकार, उत्पत्ति व भ्रमणमार्ग इ.

धूमकेतू हे तेजोमेघासारखे पण बाणाच्या आकाराचे असतात. या बाणाचें डोकें म्हणजे एक तेजस्वी गोल असतो व या गोलाचा आकार वारंवार बदलत असतो. मध्य भागाला इंग्रजींत न्यूक्लस (Nucleus) म्हण-तात. या मध्यभागांतील दोन तीन ठिकाणीं विशेष प्रकाश असलेला दिसतो. यानंतर मागें शेपूट असतें व तेंहि प्रकाशत असतें.

धूमकेतू कसे निर्माण झाले? डॉ. क्रोमेलिनच्या मताप्रमाणें सूर्य-मालेच्या उत्पत्तिमध्येंच धूमकेतू उत्पन्न झाले आहेत; आणि म्हणून

सूर्याच्या कुटुंबांतच त्यांचा समावेश होतो. दुसऱ्या एका मताप्रमाणें धूमकेतू म्हणजे कांहीं मैल व्यास असलेल्या अनेक फत्तरांचे (उल्कांचे) समुदाय आहेत.

धूमकेतू लंबवर्तुळाकार मार्गानें सूर्याभोंवतीं फिरत असतात. मात्र अशा रीतीनें फिरत असतांना एकदां ते अगदीं सूर्याजवळ येतात व त्यानंतर त्याच्यापासून फार दूर जातात. कांहीं धूमकेतू पुनःपुन्हां दिसतात तर कांहीं एकदां दिसल्यानंतर या अनंत आकाशांत जे गडप्प होतात ते पुन्हां कधीं दिसतच नाहींत.



धूमकेतू

धूमकेतूच्या उत्पत्तिसंबंधींचा दुसरा सिद्धांत आर. ए. प्रोक्टॉर नांवाच्या गृहस्थानें मांडलेला आहे. क्रोमेलिनच्या म्हणण्याप्रमाणें धूमकेतू प्रत्यक्ष सूर्यापासून (ग्रहाप्रमाणें) निर्माण झाले नसून निरनिराळ्या ग्रहांपासूनच त्यांची उत्पत्ति आहे. वायुमय स्थितींत असतांनाच निरनिराळ्या ग्रहांमध्यें अंतस्थ हालचालीमुळें किंवा अन्य कारणांमुळें त्यांच्यापैकीं कांहीं द्रव्य सुटून निघालें व त्याचें धूमकेतूंत रूपांतर झालें. याचें प्रत्यंतर शनि, युरेनस व नेपच्यून यांना धूमकेतू आहेत या संशोधनांत मिळतें. तरी पण धूमकेतूंच्या उत्पत्तिसंबंधीं निश्चित मत सांगतां येत नाहीं.

धूमकेतूचें विषारी अंतरंग

धूमकेतूच्या शेपटींत कार्बन मोनोक्साइड हा विषारी वायु असतो व त्याच्या डोक्यांत (पुढच्या भागांत) सायनोजेन नांवाचा दुसरा विषारी वायु असतो.

एडमंड हॅले नांवाच्या गृहस्थानें १६८२ मध्यें एका धूमकेतूचें संशोधन केलें तेव्हां त्यानें पाहिलेल्या धूमकेतूला त्याचेंच 'हॅले' हें नांव देण्यांत आलें. हा धूमकेतू साधारणतः ७५–७६ वर्षांच्या अंतरानें पुन्हां पृथ्वीजवळून जातो. हा धूमकेतू १९१० मध्यें दिसला होता. आतां पुन्हां तो १९८६ च्या सुमारास दिसेल.

धूमकेतू आणि संकटें

आजच्या विज्ञानयुगांतसुद्धां जेथें या आकाशस्थ खगोलांची माहिती पुरेशी मिळत नाहीं तर पूर्वीं ज्यावेळीं शास्त्रीय रीत्या संशोधन होतच नव्हतें त्यावेळीं त्यांची कांहीं माहिती मिळाली नाहीं तर त्यांत आश्चर्य कसलें ? वर सांगितलेंच आहे कीं, धूमकेतूमध्यें विषारी वायू आहेत. अर्थात् असा एखादा धूमकेतू पृथ्वीच्या अगदीं जवळून गेला असला आणि कदाचित् त्यांतील विषारी वायूंचा परिणाम पृथ्वीच्या वातावरणावर होऊन कांहीं काल पृथ्वीवरील लोकांना रोगराईसारख्या आपत्ती भोगाव्या लागल्या असल्या तर नवल नाहीं; आणि असल्या अनुभवामुळेंच, धूमकेतू दिसूं लागला कीं कांहींतरी संकट येणार असा संकेत रूढ झाला तर त्यांत आश्चर्यकारक काय आहे ? आणि खरोखरीच धूमकेतू दिसूं लागला कीं कांहींतरी संकट येणार ही समजूत सर्व जगभर रूढ असल्याचें निरनिराळ्या देशांतील समजुती व वाङ्मय यांवरून दिसून येतें.

अमेरिकेच्या संयुक्त संस्थानांतील कॅरोलिना या प्रांतांत खोलच खोल असा उखळासारखा एक भाग आढळतो. हा भाग म्हणजे एक लक्ष वर्षांपूर्वीं केव्हांतरी अशाच एकाद्या धूमकेतूनें पृथ्वीला जातां जातां धक्का दिल्यामुळें निर्माण झाला असावा असें डॉ. मेलन व डॉ. श्रेव्हीर या शास्त्रज्ञांनीं अनुमान काढलेलें आहे.

धूमकेतूची सन्मुख प्रदक्षिणा

धूमकेतू ज्यावेळीं सूर्याकडे येऊं लागतो त्यावेळीं त्याचें डोकें सूर्याकडे असतें व मागें शेंपूट असतें, तो ज्यावेळीं सूर्याला वळसा घालून जातो त्यावेळीं सूर्याकडेंच त्याचें डोकें वळलेलें असतें आणि जेव्हां तो सूर्यापासून पुन्हां दूर जाऊं लागतो त्यावेळींहि आपलें डोकें सूर्याकडे व शेंपटी त्याच्या विरुद्ध दिशेस अशा स्थितींतच जातो.

धूमकेतूची कक्षा लंबवर्तुलाकार असते. मात्र या लंबवर्तुलाच्या मध्यावर सूर्य नसतो तर लंबवर्तुलाकार कक्षेच्या एका निमुळत्या टोंकाच्या-जवळ सूर्य असतो व कक्षेचा इतर सर्व भाग सूर्यापासून दूरवर पसरलेला असतो.

आतांपर्यंत बऱ्याच ग्रहांची माहिती वाचली. कांहीं नांवें उदा. पृथ्वि, बुध, मंगळ इत्यादि नांवें ठेवतांना फारशी अडचण पडली नाहीं. पण जेव्हां संशोधनामुळें नव्या ग्रहांची, ॲस्टरॉइड्समधील छोट्या ग्रहांची, शनि, गुरु आदि ग्रहांच्या चंद्रांची भर पडली तेव्हां इतक्या सर्वांना नांवें कोणतीं ठेवायचीं याची मोठी अडचण पडली. आरंभीं पुराणांतील देव-देवतांचीं नांवें दिलीं (अर्थात् ग्रीक, रोमन यांच्या. कारण ग्रीक व रोमन संस्कृतींतूनच आजच्या युरोपीय संस्कृतीची वाढ होत गेली; व सर्व संशोधन युरोपियन लोकांनींच—या दृष्टीनें यांच्यांतच अमेरिकन लोक येतात—केल्यामुळें साहजिकच ग्रीक–रोमन नांवें पुढें आलीं.). नंतर संशोधकांचीं नांवेंहि दिलीं गेलीं, कांहीं नवींच अशीं काल्पनिक नांवें दिलीं गेलीं व एवढें करूनहि जेव्हां नांवांचें दारिद्र्य दिसूं लागलें तेव्हां रोमन आंकडे I, II, III, IV इत्यादि खुणा ठरवून काम भागविण्यांत आलें. शनीच्या चंद्रांना अशा रोमन आंकड्यांचींच नांवें आहेत. आपल्याकडेहि सप्तर्षि, देवयानी, यम, रोहिणी, हीं नांवें तारे व नक्षत्रें यांना दिलेलीं आढळतात.

केपलरचा (एका शास्त्रज्ञाचें नांव) सिद्धांत असा आहे कीं, सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं लंबवर्तुलाकार कक्षेंत फिरत असतात (आणि या लंब-वर्तुलाचा सूर्य हा एक मध्यबिंदू असतो); मात्र प्रत्यक्ष अवलोकनानें या ग्रहांच्या लंबवर्तुलाकार भ्रमणमार्गांत जो अनियमितपणा आढळून येतो, तो कां याचें कोडें उलगडत नव्हतें; पण न्यूटनच्या ' गुरुत्वाकर्षणा'च्या शोधामुळें या अनियमितपणाचें बरोबर निदान करतां येऊं लागलें. याच-मुळें नेपच्यून व नेपच्यूनच्या अनियमित कक्षेमुळें प्लूटो या ग्रहांचे शोध लागले.

या विश्वांतील प्रत्येक कण दुसऱ्या कणाला आकर्षित असतो. हा आकर्षणजोर त्या वस्तूंतील द्रव्याच्या गुणाकाराशीं समप्रमाणांत असतो व त्या दोन कणांतील अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असतो. हा सिद्धांत म्हणजेच गुरुत्वाकर्षणाचा नियम होय.

न्यूटनचे गतिसंबंधींचे तीन नियम असेः–(१) प्रत्येक वस्तू आहे त्या स्थितींतच राहते (स्थितिस्थापकत्व), मात्र दुसऱ्या वस्तूच्या शक्ती-मुळें (आकर्षण, प्रतिक्रिया इ.) त्या वस्तूच्या गतीला (किंवा मूळ स्थितीला) बाध येतो, (२) या क्रियेमुळें या दुसऱ्या शक्तीच्या प्रमा-णांत वेगाची वाढ होते, (३) प्रत्येक शक्तीच्या प्रमाणांत प्रतिक्रिया होत असते. न्यूटनच्या या दोन शोधांमुळें विश्वासंबंधींच्या कल्पनांत केवढा तरी बदल झाला व अनेक गोष्टींचा उलगडा झाला.

सापेक्षतावाद (Relativity)

जगप्रसिद्ध जर्मन शास्त्रज्ञ अलबर्ट आईन्स्टाईन हा आधुनिक सापे-क्षतासिद्धान्ताचा (Theory of Relativity) जनक आहे. तो जगांतील अत्यंत बुद्धिमान् शास्त्रज्ञांपैकीं एक शास्त्रज्ञ आहे. त्याची बुद्धि जितकी तीक्ष्ण आहे तितकीच त्याची चिकाटी दांडगी आहे. अशा दोन अलौकिक गुणांचा रम्य संगम त्याचे ठिकाणीं झालेला असल्यामुळें त्याचे हातून शास्त्रीय संशोधनक्षेत्रांत अद्वितीय कार्य झालें हें स्वाभाविकच आहे. त्याच्या अत्यंत महत्त्वपूर्ण अशा अनेक संशोधनांमध्यें 'सापेक्षतावाद' प्रमुख ठरेल. त्याचें कारण थोडक्यांत असें देतां येईल कीं एकतर तो एक अत्यंत व्यापक स्वरू-पाचा सिद्धांत आहे; व दुसरें म्हणजे या सिद्धान्तानें तत्पूर्वींच्या कित्येक महत्त्वाच्या व सर्वमान्य शास्त्रीय कल्पनांना व सिद्धांतांना जोराचा धक्का दिला; व त्यांत कांहीं बाबतींत तरी आमूलाग्र क्रांति घडवून आणली पाहिजे असें सिद्ध केलें.



प्रो. आईन्स्टाईन

हा सिद्धान्त पूर्ण करण्यास आईन्स्टाईनसारख्या असामान्य व्यक्तीला सतत ११ वर्षें (१९०५ ते १९१६) परिश्रम करावे लागले. त्यावरूनच

त्या सिद्धान्ताची थोड्याशा जागेंत यथार्थ कल्पना देण्याचा प्रयत्न करणें किती हास्यास्पद होईल हें सहज लक्ष्यांत येण्यासारखें आहे. आतांपर्यंत या विषयावर लहानमोठे अनेक ग्रंथ लिहिले गेले आहेत, व पुढेंही आणखी लिहिले जातील. पण या विषयाचें नीट ज्ञान होण्यास गणिताचें फार खोलवर ज्ञान अगदीं आवश्यक आहे. त्यामुळें गणिताचे सहाय्याशिवाय निव्वळ शब्दद्वारां सर्वसामान्यपणें कोणाही मनुष्याला आकलन होण्याजोगी या विषयाची मांडणी करणें अशक्यच आहे. तरीपण ‘ सापेक्षतावाद ’ म्हणजे आहे तरी काय याचें अगदीं ओझरतें दिग्दर्शन येथें अगदीं थोडक्यांत करण्याचें योजिलें आहे.

तसें करण्यासाठीं पुढील योजना सोयीस्कर वाटल्यानें अनुसरिली आहे. आईन्स्टाईनचा ‘ सापेक्षतावाद ’ प्रसिद्ध होण्याचेपूर्वी रूढ असलेल्या शास्त्रीय कल्पना व सिद्धांत आधीं एकत्र दिले असून त्यानंतर आईन्स्टाईनचे ‘ सापेक्षतावादा ’प्रमाणें नवीन कल्पना व सिद्धांत काय आहेत ते दिले आहे. अर्थात् असें करतांना हे सर्व सिद्धांत प्रस्थापित होण्यास काय कारणें किंवा साधनें (शास्त्रीय प्रयोग वगैरे) उपलब्ध वा कारणीभूत झालीं, हें सांगणें शक्य झालें नाहीं. कारण तसें करण्यास लेखाचा विस्तार फारच करावा लागला असता.

आईन्स्टाईनचे ‘ सापेक्षतासिद्धान्ता ’चे पूर्वींच्या शास्त्रीय कल्पना व सिद्धान्त

(१) विश्वामध्यें सर्व दूर **ईथर** नांवाचें तत्त्व भरून राहिलेलें आहे. प्रत्येक वस्तूचे कणाकणांमधील जागा ही या ईथरनें व्यापिलेली आहे. ईथर म्हणजे कांहीं जड वस्तू (matter) नाहीं. त्याला वजन नाहीं, व जड वस्तूप्रमाणें तें हाताळतां येत नाहीं.

(२) प्रकाशलहरी या ईथरमधूनच एका ठिकाणाहून दुसरे ठिकाणीं जातात, म्हणजे प्रकाशकिरण या माध्यमाचे (medium) द्वारां प्रवास करतात.

(३) स्थिर ईथरमध्यें प्रकाशकिरण दर सेकंदास सुमारें १८६००० मैल (३००००००००० मीटर्स) या वेगानें जातात. पण पृथ्वीचे परि-

भ्रमणामुळें पृथ्वीचे पृष्ठभागाजवळ पूर्व से पश्चिम या दिशेनें ईथरचा वारा वाहात असल्यासारखा वाटेल. अर्थात् ईथर ही दृश्य किंवा स्पृश्य वस्तू नसल्यानें तो वारा प्रत्यक्ष दृष्टीला किंवा स्पर्शाला कळूं शकणार नाहीं. पण योग्य प्रयोगांचे सहाय्यानें या वाऱ्याचे दिशेनें किंवा त्याचे विरुद्ध दिशेनें प्रकाशकिरणांचा वेग भिन्न भिन्न असलेला दिसून यावयास हवा.

(यासंबंधीं प्रत्यक्ष प्रयोग करून पहातां शास्त्रज्ञांना अशा प्रकारचा कांहीं फरक आढळून आला नाहीं.)

प्रयोगः—समजा पृथ्वि ईथरमध्यें स्थिर असती व एका दिव्यापासून अगदीं सारख्याच अंतरावर एक उत्तरेकडे व दुसरा पूर्वेकडे असे दोन आरसे ठेवले, तर दिव्यापासून एकाच क्षणीं निघालेले किरण त्यांपैकीं कोणत्याही आरशावर आदळून, परावर्तन पावून मूळ ठिकाणीं येण्यास सारखाच वेळ लागला असता. पण पृथ्वीचे परिभ्रमणानें उत्पन्न झालेल्या ईथरचे प्रवाहामुळें पूर्वेकडील आरशाकडे जाणाऱ्या किरणांना जातांना ईथरचे वाऱ्याविरुद्ध जावें लागत असल्यामुळें नेहमींपेक्षां अधिक अवधि लागणार व परावर्तन पावून उलट येणाऱ्या किरणांना ईथरचे वाऱ्याचे दिशेनेंच जावयाचे असल्यानें नेहमींपेक्षां लौकर जातां येईल. पण उत्तरेकडील आरशाकडे जाणारे व उलटून परत येणारे किरण नेहमींचेच गतीनें जाऊं येऊं शकतील. कारण त्या किरणांना ईथरचे प्रवाहाचे दिशेनें वा विरुद्ध जावें लागत नसून प्रवाहाचें लंबरूप (Perpendicular) जावें लागतें. नदीचे प्रवाहांतून जाणाऱ्या नावेचें उदाहरण घेऊन असें दाखवून देतां येऊं शकेल कीं या दोन भिन्न आरशांवर आदळून परत येणाऱ्या किरणांना भिन्न भिन्न वेळ लागेल.

नदीचे पात्राची रुंदी २ फर्लांग असल्यास एखाद्या नावेला प्रवाहाचे दिशेनें २ फर्लांग अंतर जाऊन परत येण्यास लागणारा वेळ हा नदीच्या पैलतीरीं जाऊन येण्यास लागणाऱ्या वेळापेक्षां अधिक लागेल. (स्पष्टीकरण पुढें आलेंच आहे.) प्रवाहाचा वेग ताशीं दोन मैल व नावेचा वेग संथ पाण्यांत—म्हणजे पाण्याचे सापेक्ष—ताशीं ४ मैल आहे असें समजा. म्हणजे प्रवाहाचे दिशेनें जातांना नाव इष्ट स्थळाकडे ताशीं ४ मैलांपेक्षां

अधिक जलद (ताशीं ६ मैल) वेगानें जाईल, पण परत येतांना ती नाव फार हळू (ताशीं २ मैल) वेगानें येईल. म्हणजे २ फर्लांग अंतर जातांना २·५ मिनिटें व तेवढेंच अंतर परत येतांना ७·५ मिनिटें अशीं एकूण १० मिनिटें या परतीचे प्रवासाला त्या नावेला लागतील. पण पैलतीरास जाऊन परत येण्यास यापेक्षां कमी वेळ लागेल. निघालेल्या ठिकाणाचे बरोबर समोरचे स्थलीं पैरतीरास पोहोंचावयाचें म्हणजे नाव नुसती समोर वाहवून भागणार नाहीं. ती थोडी प्रवाहाचे वरचे अंगाकडे जावयाचें आहे अशा बेतानें चालवावी लागेल. म्हणून नावेंत जातां येतां प्रत्यक्ष ४ फर्लांगपेक्षां अधिक अंतर कापावें लागतें. तें जमेस धरूनहि असें दिसून येईल कीं हा जाण्यायेण्याचा वेळ सुमारें ८॥। मिनिटें लागतो.

जसें गेल्या महायुद्धाचे आरंभापासून चालू महायुद्धाचे आरंभापर्यंतचा २५ वर्षांचा (१९१४ ते १९३९) काल हा निव्वळ पृथ्वीवरील सर्व व्यक्तींनाच नाहीं, तर सबंध विश्वांत कुठेंही कोणी व्यक्ती असली तरी तिलाही तेवढाच वाटेल.

(४) वस्तूचें वस्तुमान (Mass) स्थल किंवा काल यांचे निरपेक्ष आहे. म्हणजे कोणत्याही वस्तूचें वस्तुमान ती वस्तू एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं नेल्यानें किंवा कालांतरानें कमी जास्त होत नाहीं. अर्थात् त्या वस्तूचा कांहीं भाग काढून घेतला किंवा त्यांत जास्त घातला तर गोष्ट वेगळी.

(५) न्यूटनचे गतिनियम सर्व विश्वांत निरपवाद लागू पडतात.

(६) कालाचा (Time) प्रवाह स्थल किंवा गतीचे अवस्थेला निरपेक्ष असा आहे. म्हणजे सर्व व्यक्तींना काल सारख्याच गतीनें जातोसा वाटणार. उदाहरणार्थ आपण कोठेंही असलों व आपला वेग कितीही असला तरी २ प्रसंगांमधील कालावधि आपल्याला तेवढाच वाटेल.

(७) वर ३ऱ्या मुद्याचे शेवटीं उल्लेख केलेल्या प्रयोगाचे परिणामामुळें ईथरचा अपेक्षेप्रमाणें वारा नसावा असें साहजिकच अनुमान निघत होतें. पण तसें मान्य करणें म्हणजे ईथरचें आस्तित्वच अमान्य करण्यासारखें होतें; पण या गोष्टीला त्या काळच्या शास्त्रज्ञांचीं मनें कांहीं केल्या तयार

होईनात. म्हणून तो प्रयोग ईथरचे अस्तित्वाला विघातक नाहीं असें सिद्ध करण्यासाठीं कांहीं शास्त्रज्ञांनीं अशी कल्पना सुचविली कीं वरील प्रयोगांत पूर्वेकडील आरसा ज्या दांड्यावर बसविलेला आहे, त्या दांड्याची प्रत्यक्ष लांबीच थोडी कमी होते. (उत्तरेकडील आरसा ठेवलेल्या दांड्याची लांबी कमी होत नाहीं) व त्या दांड्याची लांबी इतक्याच बेतानें कमी होते कीं प्रकाशकिरणांना दोन्ही आरशांवर परावर्तन पावून मूळ ठिकाणीं येण्यास सारखाच अवधि लागावा.

म्हणजे शास्त्रज्ञांनीं असें सुचविलें कीं ईथरमधून गतिमान असलेली प्रत्येक वस्तु ईथरमधील तिचे गतीचे दिशेनें आंखुड होते. याप्रमाणें उत्तरेकडील आरसा ज्यावर बसविला आहे त्या दांड्याची लांबी आंखुड न होतां फक्त त्याची रुंदी जरा आंखुड होईल. याचे उलट दुसऱ्या दांड्याची लांबी आंखुड होईल; पण रुंदींत कांहींच फरक पडणार नाहीं.

आईन्स्टाइनचे 'सापेक्षतासिद्धांता'प्रमाणें प्रस्थापित व मान्य झालेल्या शास्त्रीय कल्पना

(१) प्रकाश हा लहरीरूपानें एका स्थलाहून दुसऱ्या स्थलाकडे न जातां कणरूपानें जातो. म्हणजे प्रकाशकिरण प्रकाशलहरींचे बनलेले नसून कणांचे बनलेले आहेत. त्यामुळें प्रकाशलहरींसाठीं आवश्यक माध्यम म्हणून ज्या ईथरचें अस्तित्व मानावें लागलें होतें तसें तें मानण्याचें कारण उरत नाहीं. शिवाय वर निर्देशिलेला प्रयोगही ईथरचे अस्तित्वाविषयीं शंका उत्पन्न करणाराच आहे; व ईथरचें अस्तित्वच अमान्य केलें म्हणजे त्या प्रयोगांत प्रकाशकिरणांना भिन्न वेळ लागण्याची अपेक्षा करण्याची आवश्यकताच उरत नाहीं.

(२) प्रकाशाचा वेग निर्वात प्रदेशांत (Vaccum) ठराविकच असतो; (दर सेकंदाला १८६००० मैल) व प्रकाशमान वस्तूचे तो प्रकाश पहाणाऱ्या व्यक्तीचे परस्पर गतीमुळें त्यांत कांहीं फेरबदल होत नाहीं. प्रकाशाचा वेग मोजण्याचें कार्य कोणत्याहि प्रयोगानें केलें तरी तो वेगळा असल्याचें आढळूं शकणार नाहीं. हा निष्कर्ष वरील प्रयोगाचे आधारानेंच घेतलेला आहे व हा सापेक्षतासिद्धान्तापैकीं एक अत्यंत महत्त्वाचा मुद्दा आहे,

(३) कोणत्याही वस्तूचें वस्तुमान (mass) स्थिर नसतें. वस्तूची आपल्या (निरीक्षकाचे) सापेक्ष ज्या मानानें कमीअधिक गति असेल, त्या प्रमाणांत तें वाढलेसें वाटेल. म्हणजे आपल्या सापेक्ष स्थिर असणाऱ्या वस्तूचें वस्तुमानापेक्षां तीच आपल्या सापेक्ष गतिमान असतांना तिचें वस्तुमान अधिक वाटेल व आपल्या सापेक्ष त्या वस्तूचा वेग जितका अधिक तितकें तिचें वस्तुमान अधिक असल्याचें आपल्याला भासेल. सर्वसाधारणतः पृथ्वीवर आपणाला अधिकांत अधिक जी सापेक्षगति आढळते त्या गतीनें वस्तुमानांत होणारी वाढ इतकी अत्यंत सूक्ष्म असते कीं ती लक्ष्यांत येणें अशक्यच. पण वस्तूचे गतीचा वेग जितका अधिक तितकी त्याच्या वस्तुमानांतील वाढ अधिक लक्ष्यांत येण्याजोगी असेल व तो वेग प्रकाशाचे वेगाचे जितका जवळ पोहोंचेल तितकी वस्तुमानांतील वाढ अधिकाधिक प्रमाणांत झालीशी वाटेल. उदाहरणार्थ एखाद्या वस्तूचा वेग प्रकाशाचे एकदशांश (म्हणजे दर सेकंदास १८६०० मैल *) असल्यास त्याचें वस्तुमान त्याचे स्थिर अवस्थेंतील वस्तुमानापेक्षां १·००५ पट वाटेल व जर वेग प्रकाशाचें $\frac{१}{१००}$ म्हणजे सेकंदास १८६० मैल असला तर स्थिर वस्तुमानापेक्षां तिचें (त्या वस्तूचें) वस्तुमान १·००००५ इतकें भासेल. म्हणजे सेकंदास १८६० मैल या प्रचंड वेगालाहि वस्तुमानांत किती अत्यंत सूक्ष्म वाढ होते हें यावरून कळून येईल. अर्थात् पृथ्वीवर आपल्याला अनुभवांत येणाऱ्या गतीचे बाबतींत ही वाढ किती अगदीं कधींच न समजण्याजोगी होते हें स्पष्ट होईल. तसेंच वस्तूचा वेग प्रकाशाचे गतीचे $\frac{४}{५}$ असल्यास $\frac{५}{३}$ पट वाढेल व वस्तूचा वेग जसजसा प्रकाशाचे गतीचे जवळ जवळ जाईल तसतशी त्याचे वस्तुमानांत फारच झपाट्यानें वाढ झालेली वाटेल. म्हणजे वस्तूचा वेग प्रकाशाचे $\frac{९}{१०}$ असल्यास वस्तुमान सुमारें स्थिर वस्तुमानापेक्षां २$\frac{१}{४}$ पट वाटेल व $\frac{९९}{१००}$ ला तें सुमारें ७ पट असतें.

---

* ताशीं ४५० मैल वेगानें जाणारें विमान दर सेकंदास फक्त ६६० फूटच (१ फर्लांग) जातें हें लक्ष्यांत घेतलें असतां दर सेकंदास १८६०० मैल हा वेग आपल्या नेहमींचे अनुभवाचे मानानें किती प्रचंड होतो हें सहज ध्यानांत येऊं शकेल.

(४) कालावधि सर्वांना सारखा न वाटतां निरनिराळ्या व्यक्तींना त्यांचे गतिमानानुरूप तोच कालावधि कमी किंवा अधिक वाटेल. उदाहरणार्थ अ या स्थलीं घडणाऱ्या दोन प्रसंगांतील कालावधि ब व क या दोन निरीक्षकांना ते दोघेही अचे सापेक्ष सारख्याच गतीनें जात असले तर सारखा वाटेल, नाहींतर भिन्न भिन्न वाटेल.

याचा एक परिणाम म्हणून एक उदाहरण असें देण्यांत येतें कीं दोन व्यक्तींपैकीं एक ब पृथ्वीवर राहिली व दुसरी क अंतराळांत प्रवास करून कालांतरानें परत आली तर त्यांचे गतींतील भिन्नतेमुळें त्यांचें कालावधींचें मापन भिन्न होईल म्हणजे गतिमान 'क'ला स्वतःचे घड्याळाप्रमाणें कांहीं तासांचाच कालावधि लोटल्यासारखा वाटला तर 'ब'ला त्याच अवधींत कित्येक महिने किंवा वर्षें लोटल्याचें भासेल.

अर्थात् वर वस्तुमानाचे बाबतींत म्हटल्याप्रमाणेंच आपल्याला प्रत्यक्ष अनुभवांत येणाऱ्या सापेक्षगती फार लहान असल्यानें हा फरक इतका सूक्ष्म असतो कीं तो लक्ष्यांत येणें अशक्य आहे; पण सापेक्षगतीचें मान फार मोठें असलें म्हणजे मग हा फरक बराच लक्ष्यांत येण्याजोगा होऊं शकेल.

(५) एखादी वस्तू व तिचा निरीक्षक जर परस्परांचे सापेक्ष स्थिर असले (दोघांचीही एकच गति असली) तर त्या निरीक्षकाला त्या वस्तूचा स्वाभाविक आकार जसा असेल तसाच तो दिसेल. पण जर ती वस्तू निरीक्षकाचे सापेक्ष गतिमान असेल (तीं दोघेंही गतिमान असलीं तरी जर त्यांची गति वेगवेगळी असेल) तर निरीक्षकाला त्या वस्तूचा आकार गतीचे दिशेनें लहान झाल्यासारखा वाटेल.

वरील मुद्याला उदाहरणानें स्पष्ट करावयाचें म्हणजे असें, कीं एक लाकडी ठोकळा व आपण यांमध्यें सापेक्षगति ठोकळ्याचे लांबीचे समांतर दिशेनें असली तर त्याची लांबी कमी झाल्यासारखी आपल्याला भासेल, किंवा जर रुंदीचे किंवा जाडीचे समांतर सापेक्षगति असेल तर त्याची अनुक्रमें रुंदी किंवा जाडी कमी झाल्यासारखी वाटेल. (अर्थात् सर्वसाधारणतः पृथ्वीवर ज्या सापेक्ष गतीचा अनुभव आपल्याला येऊं शकतो तेवढ्या सापेक्षगतीला हा

आकारांतला फरक लक्ष्यांत येणें अगदीं अशक्य आहे. पण वर वस्तुमानाविषयीं म्हटल्याप्रमाणें जेव्हां ही सापेक्षगति प्रकाशाचे वेगाचे जितकी अधिक जवळ जवळ जाते तेव्हां हा फरक दृश्य अशा मोठ्या प्रमाणांत घडलेला वाटेल.)

सापेक्षतावादाचे पूर्वींसुद्धां वस्तूच्या ईथरमधील गतीमुळें तिचे आकारांत गतीचे दिशेनें आकुंचन होतें असें म्हटलें आहे; पण त्यांत व वरील विधानांत दोन बाबतींत महत्त्वाचा फरक आहे--(१) एकतर तेथें वस्तूचें आकारांतील आकुंचन प्रत्यक्ष घडून येतें अशी कल्पना आहे तर येथें निरीक्षकाला सापेक्षगतीमुळें तसें आकुंचन झाल्यासारखें वाटेल, प्रत्यक्ष आकुंचन होईल अशी कल्पना नाहीं. (२) दुसरें म्हणजे पूर्वींचे कल्पनेप्रमाणें वस्तू ईथरमधून सरकत असली तरच ती आकुंचन होईल; पण वस्तू ईथरमध्यें स्थिर असून निरीक्षक तिचे सापेक्ष सरकत असला तर वस्तूंत तसें आकुंचन होणार नाहीं व निरीक्षकालाहि तसें वाटणार नाहीं; पण 'सापेक्षतावादा'प्रमाणें ईथरचें अस्तित्वच नाहीं व वस्तूचें प्रत्यक्ष आकुंचन होतच नसून तिचें व निरीक्षकांतील सापेक्षगतीमुळें त्या वस्तूंत तसें आकुंचन झालेंसें त्याला भासेल. मग वस्तु स्थिर असून निरीक्षक गतिमान असो किंवा उलट परिस्थिति असो वा दोघेहि गतिमान असोत.

(वस्तुतः 'सापेक्षतावादा'प्रमाणें विश्वांत कोणतीहि वस्तु पूर्णतः स्थिर नाहींच. निदान ती तशी आहे असें ओळखण्यास कांहींच साधन उपलब्ध नसल्यामुळें तसें निश्चितपणें म्हणतां येत नाहीं. म्हणूनच जगतांत कोणतीच वस्तु पूर्णतः स्थिर आहे असें समजतां येणें शक्य नाहीं. तसें असतें तर स्थिर वस्तूचे अनुरोधानें कोणत्याही वस्तूची पूर्णतः खरी (absolute) गति आपल्याला कळूं शकली असती. पण तसें नसल्यामुळें आपणास फक्त एका गतिमान वस्तूचे सापेक्षच दुसऱ्या वस्तूचे गतीचें वर्णन करणें प्राप्त होतें; व आपण गतीचें नेहमीं तसेंच वर्णन करीत असतों.)

सापेक्षतावादाचे आणखीही कांहीं परिणाम आहेत; पण ते थोडक्यांत स्पष्ट करणें शक्य नसल्यानें ते देण्याचा प्रयत्न येथें केला नाहीं. वरील विवेचनावरून 'सापेक्षतावादा'ची अगदीं साधारण जरी कल्पना येऊं शकली तरी पुरे आहे.

येथें एक गोष्ट मात्र प्रामुख्यानें व सुस्पष्टपणें नमूद केली पाहिजे कीं कित्येकांचा असा समज झालेला दिसतो, कीं आईन्स्टाईनचे 'सापेक्षता-सिद्धान्ता'मुळें न्यूटनचे सर्व सिद्धान्त फोल व चूक ठरले. पण तो समज साफ चूक आहे. न्यूटनचे सिद्धान्त लहान प्रमाणांतील सापेक्षगतीचे बाबतींत खरे आहेत. पण आईन्स्टाईनचे सिद्धान्त कोणत्याही अवस्थेंत (लहान किंवा मोठ्या सापेक्षगतीचे) खरे असल्यानें ते अर्थातच अधिकच व्यापक आहेत. म्हणजे असें म्हणतां येईल कीं न्यूटनचे सिद्धान्त हें आईन्स्टाईनचे सिद्धान्ताचें मर्यादित स्वरूप आहे. मात्र असें जरी असलें तरी आईन्स्टाईनचे पूर्वींची शास्त्रीय भूमिका व दृष्टिकोन यांत आमूलाग्र क्रांति करण्याची आवश्यकता आईन्स्टाईननें जगाला पटवून दिली.

विश्वाची अंतिम घटना

आपण जगांत असंख्यावधि प्रकारच्या निर्जीव व सजीव वस्तू पाहातों. वरवर पहातां त्यांचें आपआपसांत पुष्कळदां कांहीं साम्य किंवा साधर्म्य दिसून येत नाहीं. म्हणून वस्तूंचे खरोखरच इतके स्वतंत्र भिन्न प्रकार आहेत किंवा काय असें साहजिकच आपल्या मनांत येतें. परंतु जरा लक्ष-पूर्वक विचार करतां आपणांस दिसणाऱ्या सर्व वस्तू अगदीं पूर्णतः एकमेकां-पासून भिन्न नसून त्यांच्यांतील सामान्य (Common) गुण आपल्याला दिसूं शकतात. उदाहरणार्थ, दगड, विटा, मडकीं, मातीचीं खेळणीं वगैरे पदार्थ मातीपासूनच तयार होतात. म्हणजे माती हा त्यांना सर्वसामान्य असा घटक आहे; व त्यामुळें त्या वस्तु बाह्यतः जरी सर्वस्वीं भिन्न वाटल्या तरी त्यांत वरील साम्य असून त्या एकाच वस्तूचीं (मातीचीं) केवळ भिन्न स्वरूपें आहेत, अगदीं स्वतंत्र अशा वेगळ्यावेगळ्या वस्तू नाहींत, असें सहज लक्ष्यांत येतें.

अणू आणि परमाणू

प्रत्येक वस्तु विभाज्य आहे म्हणजे तिचे लहान लहान विभाग करतां येऊं शकतात. पण या क्रियेलाही प्रत्येक पदार्थाचे बाबतींत मर्यादा असते. समजा आपण खडीसाखरेचा एक खडा घेऊन त्याचे बारीक बारीक तुकडे करूं लागलों तर अशी एक अवस्था येईल कीं उपलब्ध साधनांनीं त्याचे

एका विशिष्ट मर्यादेपलीकडे अधिक लहान तुकडे करणें शक्य होणार नाहीं. पण समजा आपण साधनांची अडचण दूर करूं शकलों, तरी देखील शेवटीं अशी एक अवस्था प्राप्त होईल कीं त्या वस्तूचा त्यापेक्षां अधिक सूक्ष्म विभाग करणें फारच कठिण होईल; व ही अवस्था अशी आहे कीं याहि-उपर कांहीं साधनांनीं आपण जर त्या वस्तूचे आणखी सूक्ष्मतर विभाग करूं शकलों तर मात्र जे विभाग (कण) होतील त्यांच्यांत मूळ वस्तूचे गुणधर्म आढळून येणार नाहींत. प्रत्येक वस्तूला अशी विशिष्ट मर्यादा असतेच व या वरील अवस्थेंतील सूक्ष्म कणांना 'अणु' (Molecule) अशी संज्ञा आहे. म्हणजे प्रत्येक वस्तूचा अणु हा त्या त्या वस्तूचे गुणधर्म असणारा सूक्ष्मांत सूक्ष्म कण म्हणावयाचा. उदाहरणार्थ साखरेचा अणु हा साखरेचे गुणधर्म असणारा लहानांत लहानसा कण. या अणूचे जर आणखी सूक्ष्मतर विभाग केले तर जे बारीक कण मिळतील त्यांच्यांत मूळ अणूंतील (म्हणजेच साखरेंतील) गुणधर्म मुळींच नसलेले आढळून येईल.

मूलतत्त्वें (Elements)

शास्त्रज्ञांचा असा नेहमीं विश्वास असतो कीं जगांतील नानाविध दिसणाऱ्या घटना कांहींतरी सोप्या सूत्रांवर आधारलेल्या असतात. (नेहमींच्या व्यवहारांतील उदाहरण द्यायचें म्हणजे जगांतील अगणित शब्द-संपत्ति थोड्याशा मुळाक्षरांपासूनच निर्माण झालेली असते हें देतां येईल.) म्हणून या जगांतील असंख्यात पदार्थ कांहीं थोड्याशा मूलतत्त्वांपासून बनलेले असावेत अशा विचारानें त्यांनीं प्रयोग चालविले; व खरोखरच त्यांना असें आढळून आलें कीं जगांत एकंदर हायड्रोजन, ऑक्सिजन, कार्बन, लोखंड, तांबें, चांदी, सोनें अशांसारखीं ९२ मूलतत्त्वें आहेत व जगांतील कोणतीही वस्तू या ९२ मूलतत्त्वांपैकीं कोणत्या ना कोणत्या एक वा अधिक मूलतत्त्वांपासून बनलेली आहे. प्रत्येक मूलतत्त्वाचा सूक्ष्मांत सूक्ष्म जो कण असतो त्याला **परमाणु** (atom) म्हणतात. एकाच मूलतत्त्वाचे परमाणू अगदीं एकमेकांसारखे असतात; पण निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे परमाणू एकमेकांहून भिन्न असतात. प्रत्येक वस्तूचा प्रत्येक अणु निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे परमाणु एकत्र येऊन बनलेला असतो. जसें हायड्रोजनचे

२ परमाणू व ऑक्सिजनचा एक परमाणु मिळून पाण्याचा प्रत्येक अणु बनलेला असतो.

हे परमाणू इतके सूक्ष्म असतात कीं असे २५ कोटी परमाणू एक-मेकांशेजारीं चिकटून एका सरळ रेषेंत मांडले तर बोटाचे पेराएवढी लांबी होईल. अर्थात् प्रत्यक्ष दृष्टीला परमाणू आपल्याला दिसूंच शकत नाहींत.

इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन

याप्रमाणें जगांतील वस्तूंचें असंख्यात प्रकारांऐवजीं विश्वाची घटना मोजक्या ९२ मूलतत्त्वांच्या घटकांपासूनच झालेली आहे, इतकी या बाबतींत सुलभता आली; पण या बाबतींत आणखीहि सुलभता शक्य आहे किंवा काय ? हे ९२ घटकही (मूलतत्त्वें) अगदीं थोड्याशाच मूल घटकांपासूनच बनले आहेत काय ? असा विचार शास्त्रज्ञांचे मनांत साहजिकच उद्‌भवून, प्रयोगांतीं असें सिद्ध झालें कीं, प्रत्येक मूलतत्त्वाचे परमाणू आणखी सूक्ष्मतर घटकांचे बनलेले असतात. हे घटक दोन प्रकारचे असतात. एक **धनविद्युत्** धारण करणारा व दुसरा **ऋणविद्युत्** धारण करणारा. कोणत्याही मूलतत्त्वाचे परमाणूंत हेच वरील दोन घटक आढळतात. धनविद्युत् धारण करणाऱ्या घटकास **प्रोटॉन** (Proton) व ऋणविद्युत् धारण करणाऱ्यास **इलेक्ट्रॉन** (Electron) असें म्हणतात. म्हणजे सरते शेवटीं सर्व विश्वांतील वस्तु-मात्र प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन या दोन अंतिम घटकांची बनलेली असते. प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन यांचे आकार जवळजवळ सारखेच असतात. ते परमाणूचे मानानें अत्यंत सूक्ष्म असतात. इतके कीं १ लक्ष प्रोटॉनस् किंवा इलेक्ट्रॉनस् शेजारीं चिकटून सरळ रेषांत मांडले तर एका परमाणूचे व्यासा-इतकी लांबी होते.

प्रोटॉनचें वजन इतकें सूक्ष्म असतें कीं ६० लक्ष परार्ध प्रोटॉन्सचें वजन १ ग्रॅम म्हणजे सुमारें १ मासाभार ($\frac{१}{१२}$ तोळा) वजन होईल. इलेक्ट्रॉन्सचें वजन प्रोटॉन्सचें $\frac{१}{१८५०}$ इतकें असतें. म्हणजे तें किती सूक्ष्म असेल याची कल्पनाही करणें कठिणच आहे.

आतां या दोनच घटकांपासून बनलेले परमाणू गुणधर्मानें भिन्न का असतात अशी शंका मनांत उद्भवणें स्वाभाविक आहे. यासाठीं त्याचें

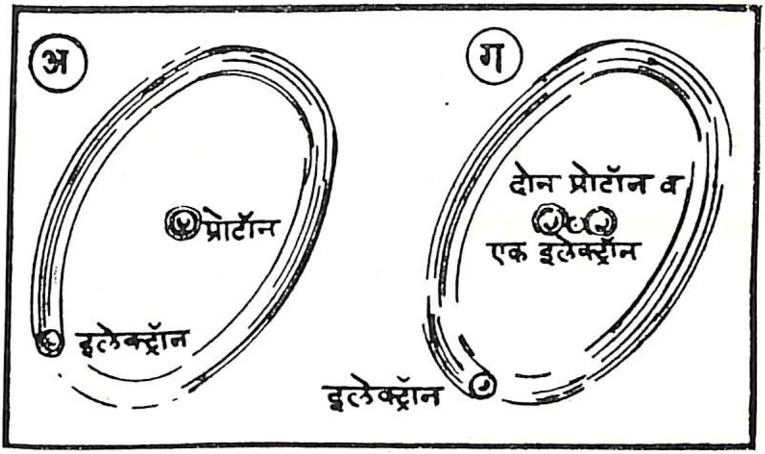
थोडक्यांत दिग्दर्शन करणें युक्त होईल. प्रोटॉन हा इलेक्ट्रॉनचे सुमारे १८५० पट जड असतो, हें वर सांगितलेंच आहे. सर्व परमाणूंमध्यें वजनांत सर्वांत हलका परमाणु हायड्रोजन या वायूचा असतो. हा परमाणु एक प्रोटॉन व एक इलेक्ट्रॉन यांचा बनलेला आहे. ज्याप्रमाणें पृथ्वि सूर्याभोंवतीं फिरते त्याप्रमाणें इलेक्ट्रॉन हा प्रोटॉनसभोंवतीं कांहीं अंतरावर वेगानें फिरत असतो. निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे परमाणूंमध्यें या प्रोटॉन्स व इलेक्ट्रॉन्सची संख्या वेगवेगळी असते. अर्थात् प्रत्येक परमाणूंत जितके प्रोटॉन्स तितकेच इलेक्ट्रॉन्सही असतात. उदाहरणार्थ, तांब्याचा परमाणु ६३ प्रोटॉन्स व ६३ इलेक्ट्रॉन्स यांचा बनलेला आहे. पण यांपैकीं ६३ प्रोटॉन्स व ३४ इलेक्ट्रॉन्स एकठिकाणीं केंद्रित झालेले असतात. केंद्रास Nucleus असें म्हणतात. या केंद्राभोंवतीं बाकीचे २९ इलेक्ट्रॉन्स निरनिराळ्या मार्गांनीं एकसारखे फिरत असतात. तसेंच चांदीचे परमाणूंत १०९ प्रोटॉन्स व १०९ इलेक्ट्रॉन्स असतात. पैकीं १०९ प्रोटॉन्स व ६२ इलेक्ट्रॉन्स यांचें केन्द्र (Nucleus) बनलेलें असतें व त्याभोंवतीं उरलेले ४७ इलेक्ट्रॉन्स निरनिराळ्या मार्गांनीं फिरत असतात. याप्रमाणें निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे परमाणूंत प्रोटॉन्स व इलेक्ट्रॉन्स यांची भिन्न भिन्न संख्या असल्यानें त्यांचे गुणधर्म एकमेकांपासून भिन्न असतात.

आकाशांतील सर्व गोलदेखील पृथ्वीवर जीं ९२ मूलतत्त्वें आहेत त्यांपैकींच कांहींचे बनलेले असतात असें आतां सिद्ध झालें असल्यानें **प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन हे केवळ पृथ्वीवरीलच नव्हे, तर अखिल विश्वाचे अंतिम घटक आहेत असें सिद्ध झालें आहे.**

अगदीं अलीकडे कांहीं वर्षांत प्रोटॉन हाच **पॉसिट्रॉन** (positron) व **न्यूट्रॉन** (neutron) या दोन घटकांचा बनलेला आहे असें आढळलें आहे. पैकीं **पॉसिट्रॉन** हा इलेक्ट्रॉनइतक्याच वजनाचा पण धनविद्युत् धारण करणारा घटक असतो व न्यूट्रॉन हा जवळजवळ प्रोटॉन-इतकाच जड पण विद्युत्‌विरहित असा कण असतो. याशिवाय **न्यूट्रिनो** (neutrino) नांवाचे विद्युत्‌विरहित व वजनानेंही हलके (इलेक्ट्रॉन किंवा पॉसिट्रॉनचे सुमारे ३० पट वजनाचे) कण परमाणूंमध्यें असतात असेंही

मानण्यास आधार मिळतो. पण याविषयीं सविस्तर लिहिण्याचें हें स्थान नसल्यानें त्यांचा नुसता उल्लेखच पुरें.

हायड्रोजनच्या परमाणूंची (Atoms) घटना सहज समजण्यासारखी आहे. एका प्रोटॉनच्या केंद्राभोंवतीं एक इलेक्ट्रॉन लंबवर्तुळाकार कक्षेंत अति वेगानें फिरत असतो. जसा कांहीं एकादा ग्रहच सूर्याभोंवतीं फिरतो त्याप्रमाणें.



अ = हायड्रोजनमधील १ प्रोटॉन व १ इलेक्ट्रॉन ग = नेहमींच्या हायड्रोजनपेक्षां जड असलेल्या हायड्रोजनच्या केंद्रांतील (Nucleus) दोन प्रोटॉन्स व एक इलेक्ट्रॉन व त्यांच्या-भोंवतीं फिरणारा इलेक्ट्रॉन.

पण एवढ्या शोधानें कांहीं शास्त्रज्ञांचें समाधान झालें नाहीं. त्यांनीं आपलें संशोधन पुढें चालूंच ठेवलें आणि शेवटीं त्यांना शोध लागला, कीं हायड्रोजनच्या सर्वच परमाणूंची घटना एकाच प्रकारची नाहीं. जरा वजनानें जड असलेल्या हायड्रोजनच्या परमाणूच्या केंद्रांत दोन प्रोटॉन्स व एक इलेक्ट्रॉन असतो अथवा एक प्रोटॉन व एक न्यूट्रॉन असतो. आणखी एका विचारसरणीप्रमाणें हें केंद्र दोन न्यूट्रॉन्स व एक पॉसिट्रॉन यांचें बनलेलें असतें.

हिंदूंच्या कांहीं कल्पना

आपले पूर्वजहि शास्त्रीय दृष्टीला पारखे नव्हते हें खालीं दिलेल्या उताऱ्यावरून दिसून येईल. हा उतारा महाभारतांतील भीष्मपर्वांतला असून धृतराष्ट्राला संजय या विश्वाचें वर्णन करून सांगत आहे. त्यांपैकीं कांहीं भाग पुढें दिला आहे.

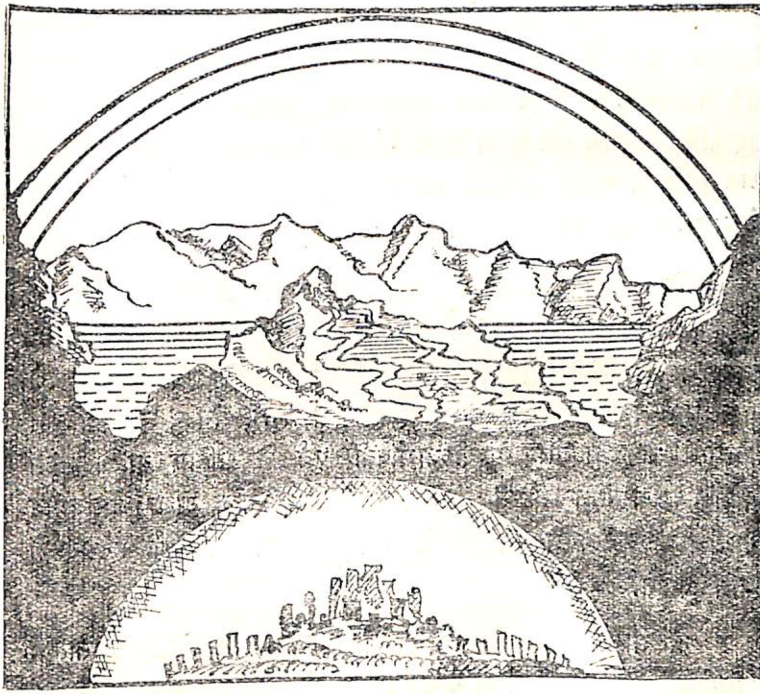
संजय म्हणतो—

प्रथम स्वर्भानु म्हणजे राहूचें वर्णन सांगतों. राहू ग्रह वर्तुलाकार आहे असें ऐकितों. त्याचा व्यास बारा हजार योजनें इतका विपुल आहे, असें विद्वान व पौराणिक म्हणतात. चंद्राचा व्यास अकरा हजार व परीघ तेहतीस हजार अधिक ५९ शें योजनें आहे. हे राजा, सूर्याचा व्यास आठ अधिक दोन म्हणजे दहा हजार योजनें असून परीघ तीस हजार अठ्ठावनशें योजनें आहे. हा शीघ्रगामी १ परम उदार जो सूर्य त्याचें प्रमाण इतकें आहे. राहू हा चंद्र व सूर्य या दोहोंपेक्षांहि विस्तारानें अधिक असल्यामुळें संधि साधेल तेव्हां त्यांना झांकून टाकतो. हें वर्णन मीं संक्षेपानेंच सांगितलें आहे; तथापि शास्त्रदृष्टीनें पाहून सांगितलें असल्यामुळें खरें आहे.

यावरून ग्रह हे गोल असले पाहिजेत हा समज त्यावेळीं रूढ असला पाहिजे असें दिसतें. यांतील राहूचें वर्णन आज माहीत असलेल्या कोणत्याहि ग्रहाशीं जुळत नाहीं. तसेंच सूर्यापेक्षां एखादा मोठा ग्रह किंवा तारा यासंबंधींची निश्चित माहितीहि मिळत नाहीं. एक योजन म्हणजे ९ मैल, कांहींच्या मतें ५ मैल. महाभारताचा काल इसवीसनापूर्वी निदानपक्षीं १३०० वर्षें धरतात. म्हणजे आज ३२०० वर्षें होऊन गेलीं. इतक्यापूर्वी आजच्या दुर्बिणीसारखीं साधनें नसतांनाहि ग्रहांचे व्यास व परीघ यांचे अंदाज बांधणें हेंसुद्धां त्यावेळच्या गणितशास्त्र आणि वेधशास्त्र या शास्त्रांतील हिंदूंच्या प्रगल्भ बुद्धिमत्तेचींच लक्षणें होत.

पृथ्वि

पृथ्वि हासुद्धां सूर्यमालेंतील एक ग्रह असतांना आतांपर्यंत त्याची माहिती कशी आली नाहीं याचें तुम्हांला आश्चर्य वाटत असेल नाहीं? पण आतांपर्यंत पृथ्वीची माहिती दिली नाहीं याचें कारण हें कीं आपल्या जीवनाच्या दृष्टीनें पृथ्वीचें महत्त्व आपल्याला फार आहे आणि म्हणूनच पृथ्वीसंबंधींची माहिती आपल्याला अधिक लक्षपूर्वक व सविस्तर पाहावयास पाहिजे.



बाबिलोनियन लोकांची विश्वासंबंधींची कल्पना

सूर्यमालेंतला पृथ्वि हा सूर्यापासूनचा क्रमानें तिसरा ग्रह आहे व शुक्र आणि मंगळ यांच्यामध्यें तो आहे. पृथ्वीच्या स्थानासंबंधीं पुरातन कालापासून निरनिराळ्या देशांत निरनिराळ्या कल्पना रूढ होत्या. त्यांपैकीं

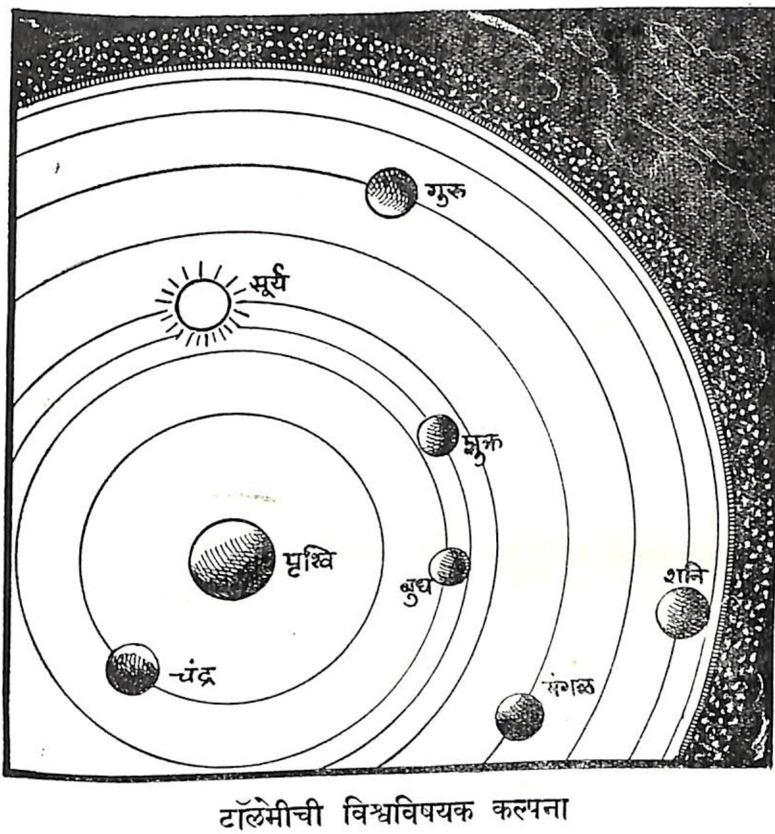
कांहींची माहिती पुढें दिली आहे. त्यावरून एकंदरींत विश्वासंबंधींच्या कल्पनासुद्धां कशा होत्या व त्या कशा बदलल्या हें आपल्याला कळून येईल.

बाबिलोनिया या नांवानें ओळखलें जाणारें एक मोठें साम्राज्य ख्रिस्त शकापूर्वी २३०० वर्षांच्या आसपास मोठ्या भरभराटीला आलें होतें. सध्यां मेसापोटेमिया म्हणून जो देश नकाशांत दाखवितात तोच प्रदेश बाबिलोनियाचा होय. या देशांतील तैग्रिस व युफ्राटिस या नांवाच्या दोन नद्यांमुळें तो देश सुपीक झालेला होता (व आजहि आहे). या बाबिलोनियन लोकांतील शहाण्या लोकांची कल्पना अशी कीं आपल्या सपाट पृथ्वीच्या मध्यभागीं असलेल्या डोंगरांमधून तैग्रिस व युफ्राटिस या नद्या वाहात आहेत. या पृथ्वीच्या सभोंवार विशाल सागर पसरलेला असून त्याच्या भोंवतीं पर्वतांचें कडें आहे व या पर्वतावर आकाशाचा घुमट आहे. जिवंत लोकांचें राहण्याचें ठिकाण जसें पृथ्वि तसेंच मेलेल्या लोकांचेंहि ठिकाण असून तें लोक पृथ्वीच्या खालीं सात तट असलेल्या अशा बंदिस्त शहरांत राहतात. सोबतच्या चित्रांत ही कल्पना व्यक्त केली आहे.

मिसर देशांत (सध्यांचा इजिप्त) क्लॉडियस टॉलेमी (Claudius Ptolemy) नांवाचा एक खगोलशास्त्रज्ञ इ. स. १२७–५१ सालीं होऊन गेला. त्याची या विश्वासंबंधींची कल्पना ही, कीं या सर्व विश्वाचें केंद्र म्हणजे आपली पृथ्वि असून अनुक्रमें चंद्र, बुध, शुक्र, सूर्य, मंगळ, गुरु व शनि यांप्रमाणें सर्व ग्रहगोल पृथ्वीच्याभोंवतीं पूर्व ते पश्चिम या दिशांनीं आपापल्या कक्षांतून फिरत आहेत. शनीनंतर अचल अशा असंख्यात ताऱ्यांचें वर्तुल असून त्यापलीकडे देवदूत, पऱ्या व स्वर्ग इत्यादींचीं स्थानें आहेत.

टॉलेमीची ही विश्वविषयक कल्पना आजच्या कल्पनेशीं पडताळून पाहिल्यास त्याची किती थोडी चूक झाली होती त्याची कल्पना येईल. आजच्या व त्याच्या कल्पनेंत मुख्य फरक केंद्राचा होय. पृथ्वीच्या ठिकाणीं सूर्य ठेवला व चंद्रासह पृथ्वि उचलून सूर्याच्या ठिकाणीं ठेवली कीं काम झालें. बाकीच्या सर्व ग्रहांचीं स्थानें अगदीं सारखीं असल्याचें तुम्हांला आढळून येईल. सोबतच्या चित्रावरून टॉलेमीची विश्वविषयक कल्पना समजून

येईल. हीच टॉलेमीची विश्वविषयक कल्पना सोळाव्या शतकाच्या मध्यापर्यंत युरोपमध्यें सर्वत्र रूढ व मान्य होती. इ. स. १४४० मध्यें कूसा येथील निकोलस नांवाच्या धर्मोपदेशकानें "मला बराच विचार केल्यानंतर असें वाटूं लागलें आहे, कीं पृथ्वि ही स्थिर नसून इतर ताऱ्याप्रमाणें फिरत आहे." असें आपलें मत



टॉलेमीची विश्वविषयक कल्पना

प्रकट केलें; पण यानंतर **निकोलस कॉपरनिकस** या पोलिश (पोलंडमधील) शास्त्रज्ञानें १५४३ मध्यें आपलें संशोधन प्रसिद्ध केलें व त्यानें पृथ्वि ही या विश्वाच्या केंद्रस्थानीं नसून सूर्य आहे हें प्रतिपादिलें. यानंतर कांहीं काल विश्वाचें केंद्र पृथ्वि कीं सूर्य यासंबंधीं वाद झाले व शेवटीं सतराव्या शतकांत केपलरच्या संशोधनामुळें कॉपरनिकसच्या सिद्धांतांना पुष्टी मिळून या **विश्वाच्या**

केंद्रस्थानीं सूर्यच आहे हें मान्य झालें. ग्रीक लोकांचीहि कल्पना कांहींशी बाबिलोनियन लोकांसारखीच होती.

हिंदूंची कल्पना

आपणां हिंदूंची विश्वविषयक कल्पना आजच्या कल्पनेशीं पुष्कळशी जुळणारी अशीच होती.

आयं गौः पृश्निरक्रमीदसदन्मातरं पुरः ।
पितरंच प्रयन्त्स्वः ॥ (यजुर्वेद ३–६)

अर्थ–पृथ्वि व चंद्रादि गोल आकाशांतून आक्रमण करितात. त्यांपैकीं पृथ्वि ही आपल्या जलपरमाणुरूप आकाशस्थ मातेला व अग्निमय अशा सूर्यरूपी पित्याला पुनःपुनः प्रदक्षिणा घालीत सारखी फिरत असते.

यावरून प्राचीन काळीं (म्हणजे खिस्तशकापूर्वीं कित्येक वर्षें) पृथ्वि ही सूर्याभोंवतीं फिरते ही कल्पना स्पष्ट होती असें दिसते. त्याचप्रमाणें न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाशीं जुळेल अशीहि कल्पना होती हें पुढील दोन उदाहरणांवरून दिसून येईल.

आकृष्णेन रजसा वर्तमानो निवेशयन्नमृतं मर्त्यंच ।
हिरण्येन सविता रथेना देवायाति भुवनानिपश्यन् ॥
(यजुर्वेद.)

अर्थ–सूर्य हा सर्व गोलांशीं आकर्षणानें संबंध ठेवणारा आहे. हा सूर्य ज्योतिर्मय व रममाण करणाऱ्या तेजानें युक्त असा आहे. तो मर्त्य अशा जीवांना आपल्या अमृतरूपी किरणांच्या योगानें नवजीवन देत असतो व सर्व पदार्थ याच्या योगानेंच आपणां सर्वांना दिसतात. असा हा सूर्य या अफाट विश्वांतील पृथिव्यादि सर्व गोलांबरोबर आपल्या गुरुत्वाकर्षणानें संबंध ठेवून सर्वांना जगतांतील पदार्थांचें स्वरूप स्पष्टपणें दाखवीत आपल्या परिघामध्यें फिरत असतो.

तसेंच—

आकृष्टिशक्तिश्च महीतया यत् स्वस्थं गुरु ।
स्वाभिमुखं स्वशक्तया आकृष्यते तत्पततीव भाति ॥
(गोलाध्याय–भुवनकोश)

अर्थ—पृथ्वीच्या अंगीं आकर्षणशक्ति आहे. ती आकाशांत फेंकलेला जड पदार्थ स्वशक्तीनें आपणांपाशीं ओढते व तो पडतो असें आपणांस भासतें.

शास्त्रीय संशोधनानें अर्थातच कित्येक सिद्धांत मागें पडले व कांहींचें हास्यास्पद स्वरूप दिसून आलें. राहू केतूंची हकीगत मागें आलीच आहे. बहुतेक सर्व धर्मांत स्वर्ग—नरकाची, देव—देवतांची, गंधर्व—अप्सरांची कल्पना आहेच व त्यांचीं स्थानेंहि ठरलेलीं असत. पण या कल्पना फोल आहेत. विशेषतः आपल्याला दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या पलीकडे असलेला देवलोक वगैरेंच्या कल्पना आतांतरी आपल्याला पटत नाहींत. असो.

विश्वाची रचना

हिंदूंच्या कल्पनेप्रमाणें विश्व म्हणजे उपड्या केलेल्या तसराळ्याप्रमाणें असून त्याला अष्टदिग्गजांनीं आपल्या पाठीवर उचलून धरलें आहे. या अष्टदिग्गजांना एका मोठ्या कासवाचा आधार असून या सर्वांभोंवती वासुकी नांवाचा नाग वर्तुलाकार स्थितींत असून त्याचाच आधार कासवालाहि आहे.

पृथ्वीचा जन्म, वय व घडण.

पृथ्वि हा ग्रह कसा निर्माण झाला याची माहिती मागें सविस्तरपणें ‘ग्रहांचा जन्म’ यांत आलीच आहे. सूर्यापासून वायुरूप स्थितींत असला पृथ्वि नांवाचा तुकडा सूर्याभोंवतीं लंबवर्तुलाकार कक्षेत फिरूं लागला. थोड्या कालानें या तुकड्याचा बाहेरचा भाग थंड होऊं लागला व नंतर लाखों वर्षांनीं पृथ्वि थंड होत जाऊन प्रथम बाहेरचें कवच तयार झालें; आणि जरी अद्यापि पृथ्वीच्या आंगीं पुष्कळ उष्णता असली तरी वातावरणांतील पाण्याच्या वाफेचें घनीभवन झालें. या वाफेच्या घनीभवनामुळें पाऊस पडण्यास सुरवात झाली व पावसामुळें उष्णतेची तीव्रता कमी होत जाऊन पृथ्वीचा गोळा आणखी झपाट्यानें थंड होऊं लागला. सूर्याच्या उष्णतेनें पृथ्वीचें कवच म्हणजेच खडक तापून, थंडीनें आकसून व पावसानें ओलें होऊन धुपूं लागून त्यांची माती वाहून जाऊं लागली व खोलगट भागांत ती सांचूं लागली व पृथ्वीच्या कवचावर एक मातीचा नवा थर बनूं लागला.

या थरावरच पुढें वनस्पतिसृष्टीचा जन्म झाला आणि मनुष्यासुद्धां सर्व प्राण्यांच्यासाठीं पूर्व तयारी पूर्ण होऊं लागली. पृथ्वीच्या जन्माच्या या विचारसरणीला 'टायडल् थिअरी' (Tidal theory) म्हणतात. या विचारसरणीचा जनक **पेरे सिमॉन** या नांवाचा फ्रेंच गणिती व खगोल-शास्त्रज्ञ हा आहे.

पण या विचारसरणीशिवाय 'प्लॅनेटेसिमल थिअरी' (Planetesimal theory) या नांवाची एक विचारसरणी असून तीनुसार आज पृथ्वीचें जेवढें द्रव्य आहे त्याच्या एकदशांश द्रव्य अगदीं आरंभीं पृथ्वीला होतें. नंतर आकाशांतील इतर जवळच्या लहानसान ग्रहांना—उल्कांना या छोट्या पृथ्वीनें आपल्याकडें आकर्षून घेऊन आपल्यांतच सामील करून घेतले आणि अर्थातच पृथ्वीचें द्रव्य वाढलें. अशा तऱ्हेनें द्रव्य वाढल्यामुळें पृथ्वीच्या अंतर्भागावरचा दाबहि वाढला आणि दाब वाढल्यामुळें तिच्या पोटांत उष्णता वाढली. टायडल् थिअरीच्या विचारसरणीप्रमाणें आरंभीं पृथ्वि वायुरूप होती ही गोष्टच या विचारसरणीचे संस्थापक प्रो. टी. सी. चेंबर्लेन व प्रो. एफ्. आर. मोल्टन (चिकॅगो युनिव्हर्सिटी) यांना अमान्य आहे. अगदीं आरंभापासूनच पृथ्वि ही घन आहे असें त्यांचें मत आहे. पण हें मत आज मागें पडलें असून प्रथम दिलेली विचारसरणीच अधिक रूढ आहे.

पृथ्वीच्या वयाचा अंदाज

पृथ्वीला जन्मून कितीं वर्षें झालीं ?

एखाद्या खेडवळ व अशिक्षित माणसाला त्याचें वय काय म्हणून विचारून पाहावें म्हणजे स्वतःचें वय सांगतांना त्याची किती तारंबळ उडते ती पाहतां येईल. त्याला आपलें वय निश्चितपणें सांगतां येत नाहीं. एखाद्या मोठ्या प्रसंगाची आठवण सांगून त्यावेळीं मी लहान होतों एवढें तो सांगेल. पण त्या विशिष्ट प्रसंगीं तरी तो किती वयाचा होता हें कांहीं त्याला खात्रीपूर्वक सांगतां येत नाहीं. ही झाली एका ३०–४० वर्षांचा हिशेब करून आपलें वय सांगूं पाहणाऱ्या जिवंत मनुष्याची हकीगत. याच माणसाच्या एखाद्या वडील नातेवाइकास त्याच्या वयाबद्दल विचारलें तर

त्याच्या आठवणीप्रमाणें वयाचा आंकडा आणखी कांहींतरी तिसराच यायचा. तेव्हां जिवंत आणि बोलक्या माणसांच्या बाबतींत जर ही अवस्था तर पृथ्वीच्या वयासंबंधीं विचार करतांना किती निरनिराळ्या प्रकारचे अंदाज होतील व त्या अंदाजांमध्यें किती फरक पडेल याची कल्पनाच केलेली बरी !

पृथ्वीला जन्माला येऊन किती वर्षें झालीं ?

आपणां हिंदूंच्या पुराणांतील कथांवरून कांहीं अंदाज करायचे ठरविले तर खरोखरी कांहीं अंदाजच करतां यायचा नाहीं. एक कारण असें कीं वर्षगणना निश्चितपणें करून त्याप्रमाणें प्रसंगांचा निर्देश करण्याची पद्धति अवलंबिली नाहीं. शिवाय कांहींतरी कल्पनारम्य व अतिशयोक्तिपूर्ण वर्णन करण्याची पद्धति पडल्यानें कालनिश्चिति होण्याची शक्यताच दुरावली. अमूक राजानें १०,००० वर्षें राज्य केलें. तमूक ऋषींनीं २०,००० वर्षें तपश्चर्या केली असल्या प्रकारच्या वर्णनांनीं चित्तभ्रम मात्र व्हावयाचा. जर निश्चित कालगणनापद्धति अनुसरली गेली असती तर हिंदी संस्कृतीचा किंवा आर्यसंस्कृतीचा जन्मकाल निश्चित ठरून त्यावरून कदाचित कांहीं अनुमानें तरी काढतां आलीं असतीं.

जेम्स अशर नांवाच्या एका धर्माधिकाऱ्यानें खि. पू. ४००४ हें वर्ष जगदुत्पत्तीचें दिलें आहे व तेव्हांपासून पृथ्वीवर घडलेल्या घडामोडींचें वर्णनहि केलेलें आहे. बायबलच्या अधिकृत प्रतींतून या वर्षाचा उल्लेख आजहि आढळून येतो.

पृथ्वीच्या उत्पत्तिसंबंधींची माहिती मागें आलीच आहे. त्यावरून असले अंदाज अगदीं पोरकट वाटतात; कारण सूर्यापासून सुटून पृथ्वि हें नांव पुढें मिळणारा ग्रह त्याच्यावर मनुष्यप्राणी जन्माला येईपर्यंतच्या स्थितीपर्यंत पोंचायला लक्षावधि वर्षांचा काल लोटला असला पाहिजे हें अगदीं स्पष्टपणें दिसून येतें.

निरनिराळे अंदाज

लॉर्ड केल्व्हिन यांच्या अंदाजाप्रमाणें पृथ्वि द्रवस्थितींतून घनस्थितींत २०,०००,००० ते ४००,०००,००० वर्षांपूर्वीं केव्हांतरी आली, तर

प्रो. पीटर जी. टेट यांच्या अंदाजाप्रमाणें पृथ्वीला घन स्थितीस येऊन २०,०००,००० पेक्षां अधिक काल लोटलेला नाहीं. केल्व्हिननें पृथ्वीच्या आंगीं स्वतःची उष्णता नाहीं ही कल्पना करून तिला थंड होण्यास किती वेळ लागला असेल याचा अंदाज गणितानें काढला; पण आतां आपल्याला निश्चितपणें सांगतां येतें, कीं पृथ्वीच्या अंगीं स्वतःची उष्णता आहे. अर्थात् लॉर्ड केल्व्हिनचा अंदाज मुळांतच चुकीच्या समजुतीवर आधारलेला होता; आणि म्हणून तो चूक म्हणून दूर सारला पाहिजे.

युरेनियम व रेडियमच्या संशोधनाचा पृथ्वीच्या वयनिश्चितीवर झालेला परिणाम.

इ. स. १८९६ मध्यें हेन्री बेकेरेल याला **युरेनियममध्यें अदृश्य किरण अपारदर्शक पदार्थांमधून फेंकण्याची शक्ति असल्याचें** (Radio activity) आढळून आलें. पुढें १९०३ मध्यें मॅडम क्यूरी या संशोधक स्त्रीला सतत उष्णता बाहेर फेंकणाऱ्या रेडियमचा शोध लागला व पुढें लॉर्ड रूदरफोर्डला खडकांत रेडियम सांपडत असल्याचें आढळून आलें.

या संशोधनामुळें केल्व्हिनची विचारसरणी एकदम मागें पडली. भट्टींतून काढलेल्या पावाच्या तुकड्याप्रमाणें कांहीं पृथ्वि थंड होत गेली नाहीं. तिच्यांत स्वतःची प्रचंड उष्णता होती, नव्हे आजहि आहे हें सिद्ध झालें. अर्थात् पूर्वी कल्पना होती त्यापेक्षांहि सावकाश रीतीनें पृथ्वि थंड होत गेली; आणि एवढें निश्चित झाल्यावर पृथ्वीचा जन्मकाल काढण्यासाठीं पुन्हां गणिती बसले. सर जेम्स जीन्स नांवाच्या विश्वविख्यात गणितशास्त्रज्ञानें पृथ्वि २,०००,०००,००० वर्षांपूर्वी जन्माला आली असें प्रतिपादिलें व पृथ्वीवर प्राणिसृष्टि ३००,०००,००० पासून असून मनुष्य ३००,००० वर्षांपूर्वींपासून या पृथ्वीवर वावरत आहे असें आपलें मत प्रकट केलें.

सर जेम्स जीन्स यानें अर्थातच हेन्री बेकेरेल व मॅडम क्यूरी या दोघांच्या संशोधनाचा फायदा घेतला व आपलें गणित केलें. आतां हा फायदा कसा घेतला तें पाहूं.

रेडियमचे परमाणूंतील सतत चाललेल्या स्फोटामुळें उष्णता निर्माण होते. हे स्फोट फार धडाक्यानें होतात व त्यांतील **आल्फा** व **बेटा** या नांवाचे कण किंवा भाग जोरानें विलग होतात आणि यामुळें रेडियमच्या कणांचें द्रव्य कमी होतें. या क्रियेमुळें एक स्थिति अशी येते कीं रेडियमचे अनेक अवयव किंवा सूक्ष्म विभाग पडतात आणि शेवटीं त्यांतील रेडियमचे गुणधर्म नाहींसे होतात. या रेडियमच्या अणूंच्या स्फोटामुळें **रेडियमचे अे. बी. सी. डी. ई. एफ्.** असे विभाग पडतात. यांतील एफ् म्हणजे शेवटचा विभाग पोलोनियम (Polonium) या नांवानें ओळखला जातो. (मॅडम क्यूरीनें या विभागाला आपल्या मातृभूमीच्या स्मरणार्थ म्हणजे पोलंडचे स्मरणार्थ 'पोलोनियम' हें नांव दिलें.) स्फोटामुळें होणाऱ्या या विलगीकरणानें रेडियमचें शिसें बनतें. रेडिओ ॲक्टिव्हिटीमुळें रेडियमचें शिसें बनण्याला किती काल लागतो हें आज शास्त्रज्ञांना माहीत असल्यामुळें खडकांतील रेडियमच्या या स्फोटांची क्रिया किती काल चालू आहे याचा अंदाज शास्त्रज्ञांना बांधतां येतो.

खुद्द रेडियम आयोनियमपासून व आयोनियम (Ionium) युरेनियम (Uranium) पासून बनलेलें आहे. समजा आपल्याजवळ १ औंस रेडियम आहे. तर त्या १ औंसाच्या निम्या भागाचे वर दिल्याप्रमाणें पृथक्करण पूर्ण व्हायला १७०० वर्षें लागतील व शिल्लक राहिलेल्या अर्ध्या भागाचें पृथक्करण आणखी १७०० वर्षांनीं होईल. त्याचप्रमाणें आयोनियमच्या केवढ्याहि भागाच्या निम्या भागाचें पृथक्करण किंवा तुकडे तुकडे होण्याची क्रिया ७६,००० वर्षांनीं पूर्ण होईल व शिल्लक राहिलेल्या भागाच्या पृथक्करणाची क्रिया पूर्ण व्हायला आणखी ७६,००० वर्षें लागतील. याचप्रमाणें युरेनियमच्या केवढ्याहि भागाच्या निम्या भागाच्या पृथक्करणाची क्रिया पूर्ण होण्यास ६,०००,०००,००० वर्षें लागतील.

आणि अशा रीतीनें पृथक्करण होण्यास किती काल लागतो हें निश्चित झाल्यावर खडकांत शिसें किती आहे व त्याच्या जोडीला हेलियम गॅस (मागें सांगितलेल्या 'आल्फा'पासून निर्माण होणारा वायु) यांचें प्रमाण काढून त्यांच्या पृथक्करणाला किती काल लागला हें काढावयाचें म्हणजे

पृथ्वीच्या जन्माची साधारण वेळ निघेल. अशा रीतीनें या मूलतत्त्वांच्या सहाय्यानें पृथ्वीच्या वयाचे अंदाज बनविण्यांत आले.

पृथ्वीचा आकार

पृथ्वीचा आकार टेनिसच्या खेळांतील चेंडूप्रमाणें गोल आहे ही गोष्ट आतां सर्वमान्य झाली आहे. पृथ्वीचा आकार कासवाच्या पाठी-सारखा आहे, तबकडीसारखा आहे व भोंवतीं समुद्र आहे, पृथ्वी म्हणजे एक सपाट मैदान आहे, किंवा पृथ्वी चौकोनी आहे अशा प्रकारच्या समजुती निरनिराळ्या काळीं निरनिराळ्या देशांत रूढ होत्या. मध्यकालीन एका धर्मोपदेशकानें आपण पृथ्वीच्या टोंकापर्यंत जाऊन आल्याचीहि थाप आपल्या मित्रांना दिली होती आणि त्यावर त्यांचा विश्वासहि बसला होता. आणि अद्यापहि जगाच्या पाठीवर असल्याच कल्पना असलेले लोक सांपडतीलहि.

पृथ्वीचा आकार चेंडूसारखा वाटोळा आहे हें सिद्ध करण्यासाठीं आजकाल शाळांतील भूगोलाच्या पुस्तकांतून समुद्रावरील जहाजाचें उदाहरण देण्यांत येतें. हें उदाहरण प्रथम ग्रीक तत्त्ववेत्ता अरिस्टॉटल यानें दिलें. याशिवाय फ्रॅन्सिस ड्रेक वगैरे धाडसी इंग्रज खलाशांनीं समुद्रपर्यटन करून पुन्हां ते स्वस्थळीं आल्यामुळें पृथ्वी वाटोळी आहे हें सिद्ध झालें. सर्व ठिकाणीं क्षितिज वर्तुलाकार दिसतें, ज्याअर्थी पृथ्वीवरील सर्व ठिकाणीं सूर्य एकाच वेळीं उगवलेला किंवा मावळलेला दिसत नाहीं त्याअर्थी पृथ्वी सपाट नसून वाटोळीच आहे, आपण जसजसें उंच जात जाऊं तसतसें क्षितिज दूर जाऊं लागतें व अधिकाधिक प्रदेश दिसूं लागतो, चंद्रग्रहणांत पृथ्वीची चंद्रावर पडणारी छाया वर्तुलाकार असते, इतर ग्रहांप्रमाणें पृथ्वीहि गोल असलीच पाहिजे वगैरे गोष्टींवरून पृथ्वीचा आकार वर्तुलाकार असल्याचें सिद्ध होतें.

पण वर सांगितल्याप्रमाणें टेनिसच्या चेंडूप्रमाणें पृथ्वि म्हणजे एक परिपूर्ण वर्तुल (गोल) नाहीं. उत्तर ध्रुवापासून दक्षिण ध्रुवापर्यंतचा तिचा व्यास विषुववृत्ताजवळील व्यासाच्यापेक्षां २७ मैलांनीं कमी आहे. (एका विद्वानाच्या मताप्रमाणें विषुववृत्त हें सुद्धां पूर्ण वर्तुल नसून विषुववृत्ताच्या जास्तींत जास्त आणि कमींत कमी व्यासांत ९०० फुटांचें अंतर आहे).

पृथ्वीचा पूर्व पश्चिम व्यास ७९२७ एवढा मैल असून दक्षिणोत्तर व्यास ७९०० मैल आहे. परीघ २४८९९ मैल आहे.

पृथ्वीचें एकूण क्षेत्रफळ सुमारें १९६,९५०,००० चौरस मैल आहे. पैकीं सुमारें १३९,४४०,००० चौ. मैल जलविभागाचें क्षेत्रफळ असून ५७,५१०,००० चौ. मैल भूविभागाचें क्षेत्रफळ आहे. पृथ्वीच्या भूभागावरील सर्वांत उंच हिमालय पर्वताचें अत्युच्च शिखर २९,००२ फूट उंच असून पॅसिफिक महासागरांत सर्वांत जास्त खोली ३५,४०० फूट इतकी आहे.

खंडांनीं व्यापलेला प्रदेश

पृथ्वीचे एकूण पांच भूविभाग केले असून त्यांचीं नांवें व त्यांचें क्षेत्रफळ पुढें दिलें आहे:—

आशिया खंड	...	... १७,५००,००० चौ. मैल
अमेरिका	...	... १४,१५०,००० चौ. मैल
युरोप	...	... ३,८००,००० चौ. मैल
आफ्रिका	...	... ११,७५०,००० चौ. मैल
ऑस्ट्रेलिया व ओशिआनिया		... ७५०,००० चौ. मैल
(म्हणजे दक्षिण ध्रुवाजवळील प्रदेश)		

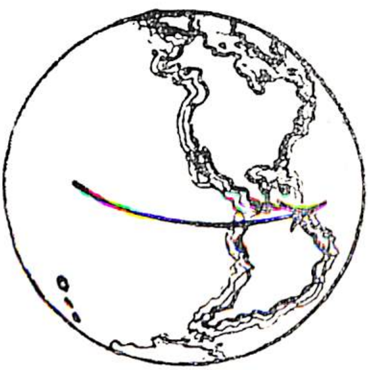
प्रमुख सागरांनीं व्यापलेला पृथ्वीचा भाग

		क्षेत्रफळ
पॅसिफिक महासागर	...	... ६३,९८६,००० चौ. मैल
अटलांटिक महासागर	...	... ३१,५३०,००० चौ. मैल
हिंदी महासागर	...	... २,८३५,००० चौ. मैल
आर्क्टिक महासागर	...	... ५,५४१,००० चौ. मैल
भूमध्य समुद्र	...	... १,१४५,००० चौ. मैल
उत्तर समुद्र	...	... २२१,००० चौ. मैल
बाल्टिक समुद्र	...	... १५८,००० चौ. मैल

पृथ्वीचें परिभ्रमण

पृथ्वि ही इतर कांहीं ग्रहांप्रमाणें आपल्या स्वतःभोंवतीं गरगर फिरते म्हणजे परिभ्रमण (Rotation) करीत आपल्या मार्गानें सूर्याभोंवतीं

वर्षांतून एक प्रदक्षिणा पुरी करते. ही परिभ्रमणाची क्रिया किंवा स्वतः-भोंवतीं प्रदक्षिणा करीत करीत हिंडण्याची क्रिया सतत चालू आहे. पृथ्वि आपल्या स्वतःभोंवतींची प्रदक्षिणा २४ तासांत पुरी करते. उत्तर ध्रुवापासून सरळ दक्षिण ध्रुवापर्यंत जी एक काल्पनिक रेषा काढलेली असते ती रेषा म्हणजेच पृथ्वीचा आंस होय. ध्रुवाशेजारीं पृथ्वि स्वतःभोंवतीं किती झपाट्यानें फिरते याची कल्पना करतां येत नाहीं; कारण त्या ठिकाणीं ती फिरत नाहीं; पण ध्रुवापासून जसजसें विषुववृत्ताकडे जायला लागावें तसतसें पृथ्वीच्या परिभ्रमणाची कल्पना येऊं लागते आणि ती म्हणजे दिवस व रात्र यांमुळें. शास्त्रज्ञ विषुववृत्तावरील एक बिंदू दर २४ तासास (नक्की वेळ २३ ता. ५६ मि. ४·०९५ से.) २५००० मैलांच्या वेगानें पृथ्वीच्या आंसाभोंवतीं फिरत असतो असें सांगतात; पण एवढ्या प्रचंड वेगानें आपल्याभोंवतीं धांवणाऱ्या पृथ्वीचा हा वेग आपल्याला मुळींच कळून येत नाहीं. कारण पृथ्वीबरोबर तिच्यावरील सर्वच वस्तू फिरत असतात. पृथ्वीच्या या स्वतःभोंवतीं फिरण्यामुळें दिवस व रात्र होत असतात. पृथ्वि पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरत जात असते यामुळें सूर्य, चंद्र व तारे हे आपल्याला पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जात असतांना दिसतात.



या चित्रांत पृथ्वीची स्वतःभोंवतीं फिरण्याची दिशा बाणानें दाखविली आहे.

पृथ्वीची सूर्याभोंवतींची प्रदक्षिणा

वर सांगितल्याप्रमाणें पृथ्वि आपल्याभोंवतीं फिरत फिरत वर्तुलाकार मार्गानें ३६५ दिवस ५ तास, ४८ मिनिटें, ४६ सेकंदें एवढ्या वेळांत सूर्याभोंवतींची एक प्रदक्षिणा पुरी करते; व लगेच दुसरी प्रदक्षिणा सुरू करते. अशी ही तिची क्रिया सतत चालू आहे. पृथ्वि सूर्याभोंवतीं

प्रदक्षिणा घालते तीसुद्धां पश्चिमेकडून पूर्वेकडे याच दिशेनें घालीत असते. वर्षाच्या आरंभापासून रोज संध्याकाळीं जर आकाशांतील ताऱ्यांचे समुदाय पाहिले तर ते सूर्याच्या डावीकडे सरकत असलेले दिसतात व पुन्हां वर्षाच्या अखेरीस पूर्वीच्या जागेवर आलेले दिसतात. या अवलोकनावर पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतींच्या प्रदक्षिणेचा सिद्धांत आधारलेला आहे. पृथ्वि दर सेकंदाला १८ मैल इतक्या प्रचंड वेगानें प्रदक्षिणा घालीत असते.

पृथ्वीचे काल्पनिक विभाग

पृथ्वीचे नैसर्गिक भाग कसे पडले यासंबंधींची माहिती आपण पुढें पाहूंच. परंतु प्रथम निरनिराळ्या गोष्टी निश्चितपणें समजण्यासाठीं म्हणून शास्त्रज्ञांनीं पृथ्वीचे कांहीं काल्पनिक विभाग पाडले आहेत ते प्रथम पाहूं.

पृथ्वीचा आंस:—पृथ्वीच्या मध्यबिंदूतून एक दक्षिणोत्तर काल्पनिक रेषा काढली असून तिला पृथ्वीचा आंस (Axis) असें नांव देण्यांत आलेलें आहे. हा आंस उत्तरेस ज्या बिंदूतून बाहेर पडतो तो बिंदू म्हणजे **उत्तर ध्रुव** व दक्षिणेकडील भागांत ज्या बिंदूतून बाहेर पडेल तो बिंदू म्हणजे **दक्षिण ध्रुव** होय. (या आंसाच्या दोन्ही टोंकांना ध्रुव हें नांव आहे.) उत्तरध्रुव हा नेहमीं ध्रुव नांवाच्या ताऱ्याकडे झुकलेला असतो.

विषुववृत्त:—उत्तरध्रुव व दक्षिणध्रुव यांच्याबरोबर मध्यंतरीं पृथ्वीच्या गोलासभोंवतीं जी एक काल्पनिक रेषा काढलेली असते तिला **विषुववृत्त** किंवा **भूमध्यवृत्त** म्हणतात. विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडील भागास उत्तरगोलार्ध व दक्षिणेकडील भागास दक्षिणगोलार्ध म्हणतात.

अक्षांश व अक्षवृत्तें:—विषुववृत्तापासून उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवापर्यंतचा भाग म्हणजे पृथ्वीच्या संपूर्ण गोलाचा $\frac{१}{४}$ भाग होय. एका वर्तुलाचे एकूण ३६० अंश असतात. या वर्तुलाचा $\frac{१}{४}$ भाग म्हणजे एकूण ९० अंश होत. या ९० अंशांपैकीं विषुववृत्तापासून उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवाकडे प्रत्येक अंशाच्या अंतरावर विषुववृत्ताशीं समांतर अशा पृथ्वीच्या गोलाभोंवतीं ९० रेषा काढलेल्या असतात. या काल्पनिक रेषा म्हणजे **अक्षवृत्तें** होत. हीं अक्षवृत्तें विषुववृत्ताच्या उत्तरेस व दक्षिणेसच असतात.

विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडील तीं **उत्तरअक्षवृत्तें** व दक्षिणेकडील तीं **दक्षिण-अक्षवृत्तें** होत.

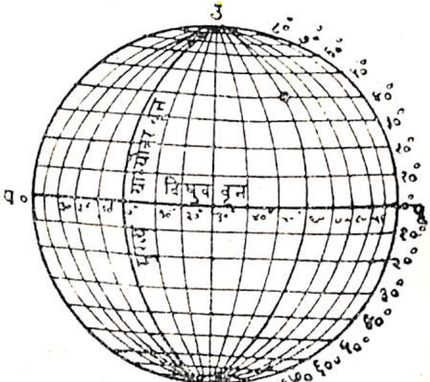
एखादें शहर विषुववृत्ताच्या उत्तरेस ३० अंशांवर आहे याचा अर्थ तें शहर ३० अक्षांशांवर आहे. म्हणजे अक्षांश हा शब्द एखाद्या स्थळाचें अंशात्मक अन्तर दाखवितो. अक्षवृत्ताप्रमाणेंच विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडील अक्षांशांना **उत्तर अक्षांश** व दक्षिणेकडील अक्षांशांना **दक्षिण अक्षांश** म्हणतात.

दोन अक्षवृत्तांतील अंतर जवळजवळ ६९ मैल असतें. पण दोन अक्षवृत्तांमधेंहि कांहीं शहरें असूं शकतील. तीं काढायचीं तर यापेक्षांहि सूक्ष्म भाग असले तर अधिक चांगले, म्हणून एका अंशाचे ६० भाग केले असून त्यांस **कला** हें नांव दिलें आहे. याशिवाय एका कलेचे आणखी ६० भाग पाडले असून त्यांस **विकला** असें नांव दिलें आहे.

कांहीं महत्त्वाचे अक्षांश

विषुववृत्ताच्या उत्तरेस २३½° वर जी काल्पनिक रेषा (किंवा वृत्त) येईल ती रेषा म्हणजे **कर्कवृत्त** (Tropic of Cancer) होय. त्याचप्रमाणें विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस २३½° वर जी विषुववृत्ताशीं समांतर रेषा (किंवा वृत्त) येईल ती रेषा म्हणजे **मकरवृत्त** (Tropic of Capricorn) होय.

याचप्रमाणें विषुववृत्ताच्या उत्तरेस ६६½° वर जें वृत्त येईल त्यास आर्क्टिकवृत्त (Arctic Circle) व विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस ६६½° वर जें वृत्त येईल तें अंटार्टिकवृत्त (Antartic Circle) असें म्हणतात.

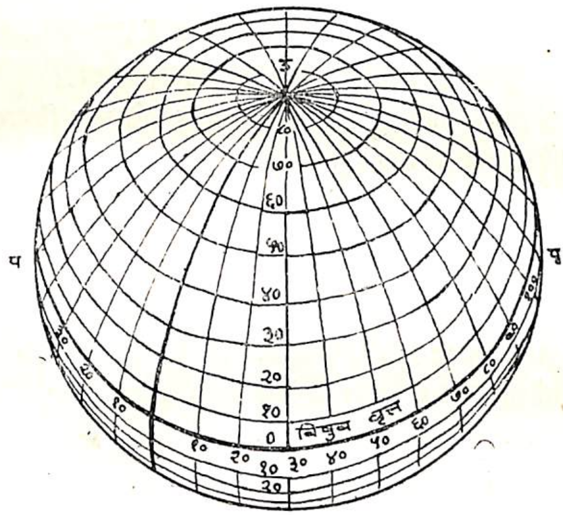


अक्षांश रेखांश—उ = उत्तर ध्रुव
द = दक्षिण ध्रुव

या चित्रांत जो एक काळा ठिपका आहे तें शहर मानल्यास त्याचें पू. रेखांश ६० व उ. अक्षांश ४० ठरतील.

रेखांश व रेखावृत्तें

अक्षवृत्तांप्रमाणें रेखावृत्तांचीहि रचना काल्पनिक आहे. विषुववृत्त हें एक पूर्ण वर्तुळ आहे. या वर्तुळाचेहि अर्थातच ३६० अंश आहेत. या विषुववृत्तावरील प्रत्येक अंशामधून उत्तर व दक्षिणध्रुवाला जाऊन मिळणाऱ्या रेषा म्हणजेच **रेखावृत्तें** होत. आतां विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडील अक्षवृत्तें तीं उत्तर अक्षवृत्तें व दक्षिणेकडील तीं दक्षिण अक्षवृत्तें असें मानण्याला विषुववृत्त जसें सोईचें व एक मध्यवर्ती निश्चित वृत्त ठरतें तसें रेखावृत्तांचे बाबतींत नाहीं. त्यामुळें कोणतेंतरी एक ठिकाण निश्चित कल्पून



या चित्रांवरून उत्तर ध्रुवापासून रेखावृत्तें कशीं निघतात किंवा तीं उत्तर ध्रुवांत कशीं मिळतात हें लक्षांत येईल. तसेंच अक्षवृत्तें ध्रुवाभोंवतीं समान अंतरावर कशीं पसरली आहेत हेंहि समजून येईल.

त्या ठिकाणाचें रेखावृत्त ० कल्पून मगच त्या ठिकाणाच्या पूर्व किंवा पश्चिमेस असलेल्या रेखावृत्तांचा त्याप्रमाणें उल्लेख करतां येईल. इंग्लंडमधील **ग्रीनविच** शहरामधून जाणारें रेखावृत्त हें **मध्य रेखावृत्त** (Prime Meridian) कल्पून त्याच्या पूर्वेस १८० रेखावृत्तें व पश्चिमेस १८० रेखावृत्तें आहेत असें समजलें जातें. आतां या मध्य रेखावृत्ताच्या पूर्वेस

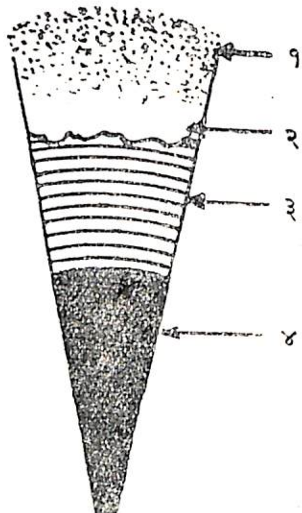
किंवा पश्चिमेस दाखविलेलें अंशात्मक अंतर म्हणजेच रेखांश होत. १८८४ मध्यें वॉशिंग्टन येथें भरलेल्या आंतरराष्ट्रीय सभेंत ग्रीनविच शहरापासून रेखांशास सुरवात करावी असें ठरलें. त्याप्रमाणें कांहीं राष्ट्रांनीं मान्यता दिली आहे. पण अद्याप कांहीं राष्ट्रें स्वतःच्या राजधानीमधून जाणाऱ्या रेखावृत्तालाच मध्यरेखावृत्त कल्पून तेथून रेखांश मोजतात.

रेखांशांचेहि अक्षांशांप्रमाणेंच कला व विकला यांनीं सूक्ष्म भाग पाडतात व त्यामुळें स्थलनिश्चिति अधिक निश्चितपणें करतां येते. रेखांशांचा उल्लेख पूर्वरेखांश किंवा पश्चिमरेखांश अशा शब्दयोजनेनें होतो.

कोणत्याहि स्थळाचे अक्षांश व रेखांश कळले कीं नकाशावर तें स्थळ बरोबर हुडकून काढतां येतें. रेखावृत्तांना **याम्योत्तर वृत्तें** असेंहि म्हणतात.

पृथ्वीची अंतर्रचना अथवा घटना

पृथ्वीच्या घटनेसंबंधीं शास्त्रज्ञांनीं प्रमुख असे चार विभाग पाडले आहेत. पृथ्वि अनेकविध जड पदार्थांची बनलेली असून तिच्या मध्याभोंवतींचा भाग अत्यंत कठिण पदार्थांचा बनलेला आहे. या भागाला **भूगर्भ** (Barysphere किंवा Centrosphere) असें म्हणतात. भूगर्भाभोंवतींचा भाग फत्तरांचा बनलेला आहे. या भागाला **मृदावरण** (Lithosphere) असें म्हणतात. मृदावरणाच्या पृष्ठभागावरच आपण राहतों. या मृदावरणापैकीं वरच्या कांहीं भागावर पाणी आहे (हिंदी महासागर, अटलांटिक व पॅसिफिक महासागरादि सागरांचें पाणी). या पाण्याच्या आवरणाला **जलावरण** (Hydrosphere) अशी संज्ञा आहे. या जलावरणावर दिसणारे भूभाग म्हणजेच आपलीं आशिया,



१ वातावरण २ जलावरण ३ मृदावरण ४ भूगर्भ. पृथ्वीच्या मध्यापर्यंत याप्रमाणें एक तुकडा कापून पाहिल्यास तिची अंतर्रचना समजेल.

आफ्रिका इत्यादि खंडें होत. या सर्वांवर वातावरण (Atmosphere) आहे. जमिनीपासून १४ मैलपर्यंत हवा आहे. पण कांहीं कमालीच्या विरळ स्थितींत ५०० मैलपर्यंत हवा असावी असें वाटतें.

बहुरत्ना वसुंधरा

पृथ्वीला मही, धरित्री, सर्वसहा, भूर्, भूमि, अचला, रसा, वसुमती, वसुंधरा इत्यादि अनेक नांवें आहेत. हीं सर्वच नांवें कांहीं केवळ प्रतिशब्द म्हणून दिलेलीं नसून कांहीं नांवें तिच्या अंगचे गुण दाखवितात. उदा.—१ अचला म्हणजे जी हालत नाहीं; निश्चल आहे ती. मागें पृथ्वि स्वत:भोंवतीं फिरत आहे असें सांगितलेंच आहे. पण आपल्याला ती फिरत असतांना भासते का ? नाहीं. म्हणून ती आपल्या दृष्टीनें अचल आहे. स्थिर आहे. याच अर्थानें पृथ्वीला स्थिरा असेंहि दुसरें नांव आहे. २ रसा म्हणजे अनेक धातूंनीं युक्त. रस म्हणजे धातू. ३ धरा म्हणजे धारणाशक्ति असलेली इत्यादि. त्याचप्रमाणें पृथ्वीच्या पोटांत असलेलीं अनेक रत्नें पाहून तिला बहुरत्ना वसुंधरा असेंहि म्हणतात.

आतां तिच्या पोटांत असलेलीं रत्नें–हिरे, पाचू इत्यादि रत्नें व रत्नांइतक्याच मौल्यवान वस्तु–किती आहेत तें पाहूं. हिरा, माणिक, नील, पाच, गोमेद, पुष्पराग, अकीक, ओपल, पेरोज हीं रत्नांचीं नांवें तुम्हीं ऐकलीं आहेत. हीं रत्नें खाणींतून निघतात. याशिवाय मोतीं व प्रवाळ अथवा पोंवळीं हीं रत्नें तर रोज पाहण्यांत येतात. सोनें व रुपें हे अत्यंत मौल्यवान धातू आपण दागिन्यांच्या व नाण्यांच्या रूपांत रोज पाहतोंच. पण खरोखरी व्यवहारांत ज्यांच्या विपुलतेमुळें आपण किंमत कमी मानतो असे कितीतरी धातू आपली सेवा हरघडी करीत असतात. पितळ, तांबें, अल्युमिनियम, शिसें व लोखंड हे धातूहि खरोखर एका अर्थानें रत्नांतच जमा करावयास हवेत. रत्न हें संपत्तीचें निदर्शक मानतात ना ? पूर्वींच्या काळीं एखाद्या देशाची संपत्ति त्यांतील हिरे, माणिक, मोतीं व सोनें यांच्यावरून मोजत असत. आजहि हिऱ्यामोत्यांवरून संपत्ति मोजीत असले तरी राष्ट्राची संपत्ति केवळ हिऱ्यामोत्यांवरून मोजीत नाहींत. आज जगांतील संपन्न राष्ट्रांत इंग्लंडची गणना होते. पण इंग्लंडनें संपन्नता

कांहीं तिथल्या हिऱ्यामोत्यांवर मिळविली नाहीं; तर इंग्लंडमधल्या लोखंडाच्या व कोळशाच्या खाणींवर ती मिळविली आहे. दक्षिण आफ्रिकेंत हिऱ्याच्या खाणी आहेत, पण म्हणून दक्षिण आफ्रिका कांहीं सर्वांत जास्त श्रीमंत आहे असें नव्हे. दक्षिण आफ्रिकेंत हिऱ्याप्रमाणें सोन्याच्याहि खाणी आहेत. पण दक्षिण आफ्रिकेंत हिरे व सोनें या दोहोंच्या निर्मितीमुळें एक वर्षांत जेवढा पैसा होतो त्याच्यापेक्षां कितीतरी अधिक इंग्लंडमधल्या लोखंडाच्या खाणींतून निघणाऱ्या लोखंडाचा पैसा होतो.

मूलतत्त्वांची अमूल्य कामगिरी

वर सांगितल्याप्रमाणें हिरे, माणिक हीं रत्नें किंवा सोनें, लोखंड हे धातू हे जरी संपत्ति म्हणून समजले जात असले तरी ही सर्व संपत्ति निर्माण करणारीं ९२ मूलतत्त्वें आहेत. (मूलतत्त्वांच्या संबंधींची थोडी माहिती मागें ६६ पृष्ठावर आली आहेच) आपली पृथ्वि ही या ९२ मूलतत्त्वांची मिळून बनलेली आहे. शास्त्रज्ञांनीं स्थूल मानानें मूलतत्त्वांचे धातुविभाग व अधातूविभाग असे दोन भाग पाडले आहेत. लोखंड, सोनें हीं मूलतत्त्वें असून हीं मूलतत्त्वें धातू आहेत. ऑक्सिजन, हायड्रोजन हीं अधातू मूलतत्त्वें आहेत. पण कांहीं मूलतत्त्वें निर्भेळ स्वरूपांत मिळतच नाहींत. उदाहरणार्थ ॲल्युमिनियम. ॲल्युमिनियम हें निर्भेळ स्वरूपांत सांपडत नाहीं.प्राणवायु किंवा इतर कांहीं मूलतत्त्वें वायुरूपांत असतात. धातूंना एक प्रकारची चकाकी असते, ठोकून ते लांबवितां येतात व त्यांना हवा तो आकार देतां येतो. त्यांची नाजूक तार काढतां येते व विद्युत्प्रवाह त्यांतून सहजरीत्या वाहतो. धातू अपारदर्शक असतात हें तर तुम्ही नेहमीं पाहतांच. पण अधातु मूलतत्त्वांच्या अंगीं धातूंचे गुण नसतात. पारा हाहि एक मूलतत्त्व आहे, पण तो प्रवाहि आहे. प्राणवायु हा वायुरूप असतो. फॉस्फरस व गंधक यांसारखीं मूलतत्त्वें घन पण ठिसूळ असतात. अशीं हीं निरनिराळ्या प्रकृतीचीं मूलतत्त्वें आहेत. अशा या निरनिराळ्या प्रकृतीच्या मूलतत्त्वांच्या मिश्रणानें आपली ही पृथ्वि झालेली आहे. आणि चहा, कॉफी, मीठ, साखर, कापूस, फळें, दूध इत्यादि आपल्या रोजच्या खाण्यांतील पदार्थ हे सर्व या मूलतत्त्वांच्या मनोहर मिश्रणानें तयार झालेले आहेत; आणि अशा उपयुक्त मिश्रणांनीं बनलेल्या

पदार्थांची यादी करायची असें ठरविलें तर लक्षावधि पदार्थांचीं नांवें लिहावीं लागतील. सारांश पृथ्वीवरील सर्व प्राणी, पशू, पक्षी, वृक्ष, वेली इत्यादींच्या जीवनाला आधार असणारी ही आपली पृथ्वि आहे. आपण पृथ्वीवर हिंडतों, फिरतों, वारा, पाऊस यांपासून संरक्षण व्हावें म्हणून तिच्यावरील माती घेऊन, तिच्या पोटांतील दगड काढून, तिच्यावर उगवणाऱ्या वृक्षांचीं लांकडें घेऊन घरें बांधतों, ती नांगरून, खणून तिच्यांत बीं पेरतों, पावसानें पीक पिकविलें म्हणजे त्याचे नाना पदार्थ करून खातों आणि मलमूत्रविसर्जनहि आपण या पृथ्वीवरच करतों. ती हें सर्व कांहीं सहन करते म्हणून तिला 'सर्वंसहा' सर्व सहन करणारी असेंहि म्हणतात. अशा या अगणित उपकार करणाऱ्या पृथ्वीला मातृस्थानीं मानून, धरित्रीमातेला कृतज्ञतेनें आपल्या पूर्वजांनीं एक देवता मानलें आहे व तिचीं स्तोत्रें गायिलीं आहेत. आपण आपल्यावर अगदीं सामान्य प्रकारचे उपकार करणाराचेहि उपकार स्मरतो; पण पृथ्वीच्या आपल्यावरील उपकारांची आपल्यास कधींतरी आठवण होते कां ?

पृथ्वीच्या पोटांतला सोन्याचा सांठा

पृथ्वि ज्यावेळीं द्रव स्थितींतून घन स्थितींत जात होती त्यावेळीं अधिक जड पदार्थ तिच्या मध्याकडे आकर्षिले गेले. यामुळें सर्वांत जड पदार्थ जो सोनें, तें अर्थात् मध्याकडे गेलें असलें पाहिजे; व जर हें तत्त्व मानलें तर अर्थातच पृथ्वीच्या मध्यावर सोन्याचा प्रचंड सांठा असला पाहिजे हें उघड आहे. कांहींच्या मतें सुमारें ६०० मैल व्यासाचा भाग सोन्यानें व्यापलेला असावा. या सोन्याच्याभोंवतीं सुमारें ४००० मैल रुंदीचा लोखंडाचा व निकलचा भाग, त्याच्याभोंवतीं सुमारें ८०० मैल रुंद एवढा इतर मूलतत्त्वांच्या मिश्रणानें बनलेल्या पदार्थांचा पट्टा व त्यावरील भाग म्हणजे फत्तर किंवा खडकांचा होय; आणि खडकाच्या पृष्ठभागावरच आपण राहतों.

पृथ्वीचे नैसर्गिक विभाग कसे पडले ?

भूगर्भशास्त्रज्ञांनीं कांहीं अवलोकनांवरून असा कयास बांधला आहे कीं सध्यां जे पृथ्वीचे खंडशः असे निरनिराळे विभाग पडले आहेत तसे ते

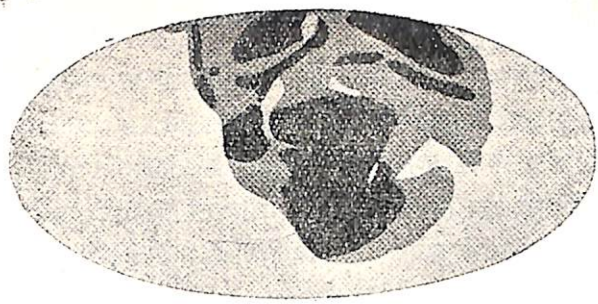
पूर्वी नव्हते. पूर्वी म्हणजे एक दोन कोट वर्षांपूर्वी पृथ्वीचा पाण्यावर दिसणारा सर्व पृष्ठभाग सध्यांइतका दूर नव्हता व सध्यां जीं खंडें बनलीं आहेत त्यापेक्षां अगदीं निराळ्या आकाराचीं खंडें होतीं आणि कालांतरानें हीं खंडें सरकत सरकत त्यांना आजचें स्वरूप आलें आहे.

एवढ्या प्रचंड खंडांनीं स्थानांतर केलें तरी कसें याचें आपल्याला कोडें वाटतें. या बाबतींत भूगर्भशास्त्रज्ञांचा खुलासा आहे तो असा. पृथ्वीचें कवच तिच्या मध्यभागापेक्षां एकंदरींत बरेंच मऊ आहे. यामुळें लक्षावधि वर्षांपूर्वी ज्यावेळीं दक्षिण हिंदुस्थान हा बर्फमय प्रदेश होता त्यावेळेपासून हिमनद्यांच्या योगानें व पुढें बर्फ वितळण्याच्या परिस्थितींत बर्फाच्या मैलच मैल उंच अशा जाड थरांच्या दाबामुळें विशेष मऊ असा भूभाग बर्फाच्या प्रचंड जोरामुळें विलग होऊन सरकत सरकत दूर गेला व हा सुटलेला भूभाग पुढें ऑस्ट्रेलिया खंड होऊन बसला. याचप्रमाणें इतर भूभागहि सुटून किंवा कांहीं ठिकाणीं दोन स्वतंत्र भूभाग एकत्र जुळून आज दिसणाऱ्या खंडांची निर्मिती झाली.

पृथ्वीच्या नकाशाकडे जरा लक्षपूर्वक पाहा म्हणजे या विचारसरणीची सत्यता दिसून येईल. उत्तर व दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्वभागीं मध्यावर असलेल्या मेक्सिकोच्या आखातांत आफ्रिकेच्या पश्चिम भागीं पुढें आलेला भाग अगदीं बरोबर बसतो व दक्षिण अमेरिका आणि आफ्रिका हीं दोन खंडें पूर्वी खरोखरीं एकत्र असलीं पाहिजेत असें स्पष्टपणें दिसून येतें. सारांश पृथ्वीचा पृष्ठभाग जेव्हां बर्फाच्छादित होता तेव्हांपासून ही खंडनिर्मितीची क्रिया चालू होती. ही क्रिया पूर्ण केव्हां झाली हेंहि निश्चितपणें सांगतां येत नाहीं. पण ही क्रिया पूर्ण होऊनहि हजारों वर्षें लोटलीं असलीं पाहिजेत. सोबतच्या तीन चित्रांत ही क्रिया कशी होत गेली हें दाखविलें आहे.

पृथ्वीच्या कवचाची घडण व भूपृष्ठाची रचना

सर्व ग्रहांची उत्पत्ति कशी झाली हें आरंभीं सांगितलेलें आहेच. त्याचप्रमाणें पृथ्वीची उत्पत्ति झाल्यावर ती वायुमय स्थितींतून द्रव स्थितींत व द्रव स्थितींतून घन स्थितींत कोट्यवधि वर्षांनीं आली. अशा रीतीनें पृथ्वीचा गोल द्रव स्थितींतून घन स्थितींत येण्याची क्रिया पूर्ण होण्याच्या-



२०,०००,००० वर्षांपूर्वी पृथ्वीवरचे भूविभाग व जलविभाग हें या चित्रांत दाखविल्याप्रमाणें होते. (पूर्ण काळा भाग भूविभाग दाखवितो, मध्यम काळा भाग उथळ समुद्र दर्शवितो व पांढरा भाग समुद्र किंवा जलविभाग दाखवितो.)



दोन तीन लक्ष वर्षांपूर्वी पृथ्वीचा भूविभाग आरंभापेक्षां विलग होत जाऊन भूविभाग व जलविभाग या चित्रांत दाखविल्याप्रमाणें बनले.



आज पृथ्वीचा नकाशा हा असा आहे. पहिलें चित्र व हें चित्र तुलनात्मक पाहा म्हणजे पृथ्वीचे नैसर्गिक विभाग कसे पडले हें सहज समजून येईल.

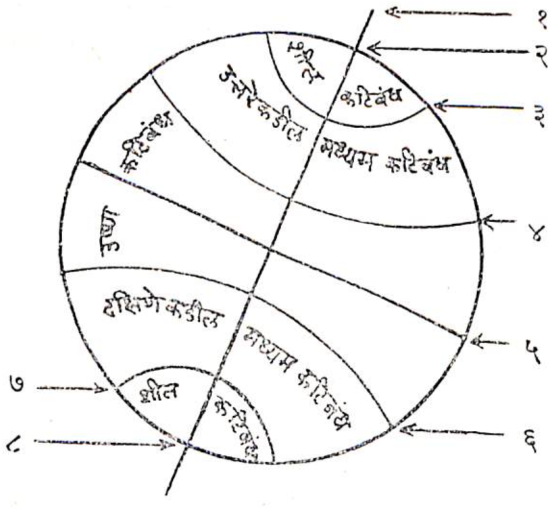
वेळीं कांहीं वायुरूप द्रव्यांचें पाणी बनलें. या पाण्याच्या दाबामुळें पृथ्वीचें मऊ कवच दाबलें जाऊन त्या त्या ठिकाणचा भाग खोल झाला व समुद्र-सागरांची सोय झाली. पण याच वेळीं समुद्र-सागरांच्या पाण्यामुळें पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जो दाब निर्माण झाला त्यामुळें इतर भूभाग दाबला जाऊन निरनिराळ्या ठिकाणीं प्रचंड उंचवटे निर्माण झाले. हे उंचवटे म्हणजेच पर्वत होत. याचप्रमाणें डोंगर, टेकड्या, पठारें निर्माण होत गेलीं. ज्या ठिकाणीं खोलगट भाग राहून गेले त्या ठिकाणीं प्रचंड सरोवरें बनलीं व अशा रीतीनें पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची रचना पूर्ण झाली.

मागें **मृदावरण** म्हणून पृथ्वीचा जो भाग सांगितला आहे त्याच्या पृष्ठभागावर म्हणजे भूपृष्ठावर आपण राहतों. पण भूपृष्ठाचा भाग कांहीं सर्वत्र सारखाच नाहीं. कांहीं ठिकाणीं तो अगदीं भुसभुशीत आहे, तर कांहीं ठिकाणीं तो फार टणक आहे. तेव्हां भूपृष्ठाची अंतर्रचना तरी कशी व कशा प्रकारच्या वस्तूंची आहे हें पाहूं.

खडीच्या रस्त्यावरून आपण नेहमीं चालतों. हे रस्ते कसे करतात हें तुम्हांस माहीत आहे का? हे रस्ते तयार करण्याची रीत अगदीं साधी व सोपी आहे. प्रथम काळ्या दगडाच्या खडीचा थर तयार करून तो वाफेच्या रुळानें जमिनींत घट्ट दाबला जातो. नंतर त्यावर मुरुम पसरतात व तोहि वाफेच्या रुळानें दाबतात. नंतर मुरुमाच्या थरावर माती टाकून तीवरून रूळ फिरवतात. पाण्यामुळें मुरुम व माती एकत्र चिकटून राहण्यास सहाय्य होतें म्हणून पाण्याचाहि उपयोग रस्ते तयार करतांना वारंवार करतात हें तुम्हीं पाहिले असेलच. आतां ही रस्ता तयार करण्याची पद्धत वर सांगितली ती एवढ्याचसाठीं कीं भूपृष्ठाच्या तीन घटकांचा आपण रस्ता तयार करण्या-साठीं कसा उपयोग करून घेतो हें लक्षांत यावे. पण याच वेळीं अगदीं सहजरीत्या भूपृष्ठाच्या अगदीं तीन थरांचीहि आपल्याला माहिति मिळालेली आहे; आणि या तीनहि थरांची रचनाहि रस्त्याच्या रचनेप्रमाणेंच असते, म्हणजे भूपृष्ठाच्या अगदीं वरचा थर हा **मातीचा थर** असतो. याच्याखालीं **मुरुमाचा थर** असतो व मुरुमाच्या थराखालीं **दगडाचा थर** असतो. माती ही मुरुमासारख्या मऊ दगडाची भुकटी होऊन बनते.

या मातींत वनस्पती, वृक्ष, वेली वाढतात. त्यांचे अवशेष पुढें मातींतच मिसळून जातात. वनस्पतीप्रमाणें प्राण्यांचे अवशेषहि मातींत मिसळून जाऊन तिच्याशीं एकजीव होतात. मुरुमाचा मऊ दगड उघडा पडला तर वारा पाऊस यांमुळें तो धुपून त्याची माती बनते. खडक हा मुरुमापेक्षां कठिण असतो व त्यावर वारा व पाऊस यांचा परिणाम फार सावकाश होतो. खडक निरनिराळ्या कारणांमुळें बनतात व त्यामुळें त्यांच्यांत अनेक प्रकार आहेत. अगदीं आरंभीं पृथ्वि ज्यावेळीं द्रव स्थितींतून घन स्थितींत येऊं लागली त्यावेळीं तिच्या तप्त रसापासून खडक बनले. ज्वालामुखीच्या तोंडांतून जेव्हां खडकांचा रस (लाव्हा) बाहेर पडतो व थंड होतो त्यावेळींहि त्या रसाचा खडक बनतो. या प्रकारच्या खडकांना **अग्निजन्य खडक** म्हणतात. भूकंपादि घडामोडींमुळें जेव्हां अरण्येंच्या अरण्यें पृथ्वीच्या पोटांत गडप होऊन गेलीं, तेव्हां तीं अरण्यें एकत्र दाबलीं गेलीं. त्यांच्यांवर पृथ्वीच्या पोटांतल्या भयंकर उष्णतेचा परिणाम झाला व या अरण्यांचा अगदीं कोळसा होऊन गेला. हा कोळसा म्हणजे खडकच होय. मोठमोठ्या गिरण्यांतून यंत्रें चालविण्यासाठीं, आगगाड्यांच्या इंजिनांसाठीं या दगडी कोळशाचा उपयोग होतो हें तुम्हांस माहीत आहेच. या प्रकारच्या खडकाला **वनस्पतिजन्य खडक** म्हणतात. समुद्रामध्यें अनेक प्रकारचे प्राणी असतात. हे प्राणी मेल्यानंतर त्यांच्या शरीराचें पाणी व इतर प्राणी यांच्या तडाख्यांतून सुटलेले अवशेष समुद्राच्या तळाशीं जाऊन बसतात. अशाप्रकारें अनेक थर बसत बसत त्यांचा खडक तयार होऊन हे खडक समुद्राच्या पाण्यावर येतात. पोवळ्यांचीं बेटें हीं या प्रकारच्या खडकाचें उदाहरण होय. खडू म्हणजेहि याच प्रकारचा खडक. या खडकांना **प्राणिजन्य खडक** म्हणतात. खडकाचा आणखी एक प्रकार आहे तो म्हणजे **जलजन्य खडक** होय. हे खडक विशेषतः समुद्र जिथें उथळ असतो अशा ठिकाणीं सांपडतात. जलजन्य खडक म्हणजे पाण्याच्या क्रियेमुळें तयार झालेला खडक. पाऊस व नद्या यांच्या आघातामुळें डोंगरपठारावरील किंवा नदीतीरावरील दगडमाती धुपून ती पुढें सरोवरांत किंवा समुद्रांत वाहात जाऊन किंवा मधेंच कुठेतरी सांचून राहते. ही क्रिया सतत चालू राहिल्यामुळें या धुपून

वाहात आलेल्या मातीचे थर पूर्वीच्या थरावर बसतात व खालचे थर दाबले जातात. हजारों वर्षें ही क्रिया चालू राहिल्यावर या थरांचे घट्ट दगड बनतात. या दगडांना किंवा खडकांना जलजन्य खडक म्हणतात. शहाबादी फरशी, किंवा वाळूचे दगड हे या प्रकारचे होत. दरवर्षी दोन तीन पूर येऊन गेल्यावर नदीकांठचा चिखल वाळल्यावर त्यांतील एखादें ढेकूळ हातांत घेऊन फोडून पाहावें म्हणजे थरावर थर बसण्याची क्रिया कशी होते हें लक्षांत येईल.



१ पृथ्वीचा आस २ उत्तर ध्रुव ३ आर्क्टिक वृत्त ४ कर्क वृत्त ५ विषुव वृत्त ६ मकर वृत्त ७ अंटार्टिक वृत्त ८ दक्षिण ध्रुव.

पृथ्वीच्या अंतरंगांतील घडामोडी

पूर्वी सांगितलें आहेच कीं पृथ्वीच्या पोटांत भयंकर उष्णता आहे. या उष्णतेमुळें पृथ्वीच्या पोटांतील खडक वगैरे वस्तू वितळून ज्वाला-**मुखीच्या** तोंडांतून बाहेर पडतात.

पृथ्वीचा पृष्ठभाग कुठें कठीण तर कुठें मऊ असा असतो. शिवाय मृदावरणाची रचना झाली त्यावेळीं कॉंक्रीटच्या भिंती आपण बांधून काढतों

त्याप्रमाणें कांहीं सर्वत्र सारखी व अखंड रचना झालेली नाहीं. भूपृष्ठाच्या खालीं कितीतरी खोल अशा भेगा अनेक कारणांमुळें राहून गेल्या. अशा या भेगांतून व मऊ व छिद्रमय भागांतून पावसाचें, नद्यासरोवरांचें पाणी झिरपून पृथ्वीच्या अंगांत शिरतें. हें पाणी आंत गेलें कीं पृथ्वीच्या पोटांतल्या उष्णतेनें तें उकळून त्याची वाफ होते व मग या वाफेची बाहेर पडण्याची धडपड सुरू होते. मुठींत चिखल घ्या व जोरानें मूठ आवळा म्हणजे बोटांच्या फटींमधून चिखल बाहेर पडतांना दिसेल. कारण ज्या फटी मूळच्या आहेत त्यांतून चिखल बाहेर पडतो, त्याचप्रमाणें ज्या भेगा थेट भूपृष्ठापर्यंत असतील त्यांतून प्रथमतः ही वाफ बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करते; आणि जर अशा फटी सांपडल्या नाहींत तर पृथ्वीचें कवच जिथें पातळ असेल त्या ठिकाणीं ही वाफ धडक देऊन तें पातळ कवच फोडून बाहेर पडते. ही वाफ बाहेर पडूं लागली म्हणजे आपल्याबरोबर भूगर्भातील चिखल व वितळलेला फत्तरहि घेऊन येते. हा चिखल व वितळलेला फत्तर ज्वालामुखीच्या पृष्ठभागावर पसरतो व तो निवल्यावर त्याचा खडक बनतो.



ज्वालामुखीची अंतररचना.

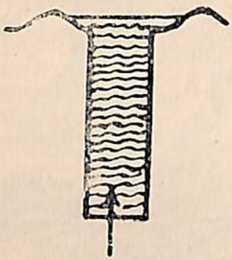
त्याचबरोबर आणखी एक मौज होते ती अशी कीं ज्वालामुखींतून बाहेर आलेली वाफ भूपृष्ठावरील थंड हवेचा परिणाम होऊन थंड होऊं लागते व त्याचा परिणाम म्हणून पाऊस पडतो. ज्या ठिकाणीं भूगर्भाच्या पोटांतील वाफ, लाव्हा रस (वितळलेला फत्तर) बाहेर पडतो त्या ठिकाणीं पेल्या-

सारखें तोंड तयार होतें. यास ज्वालमुखीचें तोंड (Crater क्रेटर) म्हणतात.

पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेच्या उपद्व्यापाचा दुसरा परिणाम म्हणजे **धरणीकंप** किंवा **भूकंप** होत. भूकंप ज्वालामुखीच्या स्फोटापूर्वीं किंवा स्फोटानंतरहि होतात म्हणूनच विशेषतः ते ज्वालामुखीच्या आसपासच होतात. पृथ्वीच्या पोटांतील फत्तराचा कढत रस बाहेर पडण्यासाठीं धडपडत असतांना त्याला वाफेचा पुरेसा जोर मिळाला नाहीं तर तो पृथ्वीचें कवच फोडून बाहेर येऊं शकत नाहीं; पण त्याची पृथ्वीच्या पोटांत हालचाल चालूच असते आणि या हालचालीमुळेंच भूकंपाच धक्के बसतात. दुसरें एक कारण असें कीं पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता दिवसेंदिवस कमी होत चालली आहे. यामुळें तिचा अंतर्भाग आकसला जात आहे. ही अशी आकसण्याची क्रिया जोरानें चालूं झाली कीं भूकवचाचे भाग त्यासारशीं आंत ओढले जातात व या आंतल्या ओढीचा परिणाम होऊन भूपृष्ठावर हादरे बसतात. या हादऱ्यामुळें कित्येक ठिकाणीं जमीन खचते, तर कित्येक ठिकाणीं भूपृष्ठ फाडून पृथ्वीच्या पोटांतले भाग डोंगरासारखे वर येतात; आणि या घडामोडींमुळें शहरेच्या शहरें उध्वस्त होतात. क्वचित् समुद्राचा तळ वर येऊन एखादें बेट तयार होतें.

उन्हाळी किंवा **उष्ण झरे** हेहि पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेमुळेंच अस्तित्वांत आले आहेत. पृथ्वीच्या कवचामधून पाणी झिरपत झिरपत पृथ्वीच्या पोटांत बरेंच खोलवर जातें. हें पाणी तेथें पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेनें तापून त्याची वाफ होते व ही वाफ एखाद्या फटींतून थेट भूपृष्ठावर येते. या वाफेबरोबरच उकळतें पाणीहि वर येतें व अशा रीतीनें उष्ण झरे बनतात. उष्ण झऱ्यांचें पाणी पृथ्वींतून बऱ्याच खोलीपासून येत असल्यामुळें त्यांत भूगर्भातील क्षार व खनिज पदार्थ मिसळलेले असतात. त्यामुळें हें पाणी औषधी असतें. वाफ जोरानें वर येत असल्यामुळें उष्ण झऱ्यांचें पाणी एखाद्या कारंज्याप्रमाणें उंच उडतें. उष्ण झरे विशेषतः ज्वालामुखीच्या आसपास असतात.

उष्ण झऱ्यांची रचना



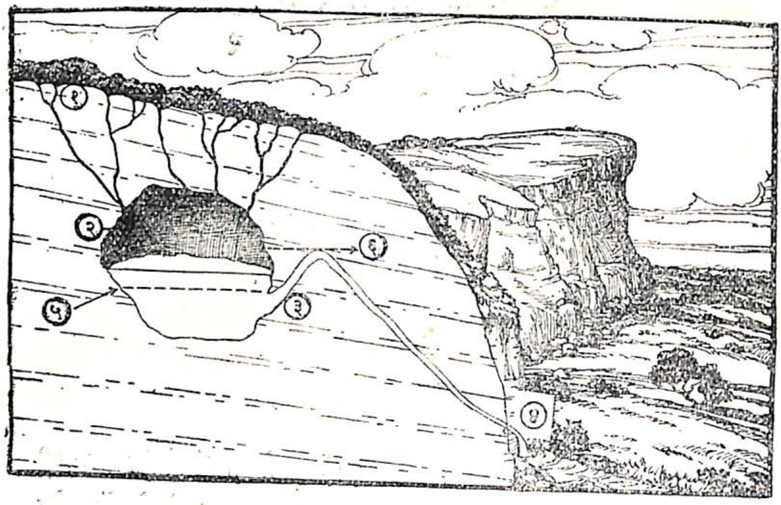
(१) २१२° फॅ.पेक्षां अधिक उष्ण असलेले म्हणजे उकळते पाणी.



(२) पृथ्वीच्या अंतरंगांत पाण्याची वाफ बनून ती जोरानें बाहेर पडत आहे.

आतां **साधा झरा** कसा निर्माण होतो पाहूंया.

सोबतचें चित्र लक्षपूर्वक पाहा म्हणजे नुसत्या चित्रावरूनच झऱ्याचा उगम कसा होतो हें कळून येईल. भूपृष्ठावर पाऊस पडल्यामुळें जें पाणी मुरतें तें पाणी फटींफटींतून झिरपून भूपृष्ठाखालील एखाद्या पोकळींत येऊन तेथें सांचून राहतें. हें पाणी पृथ्वीच्या पोटांत समजा, दोन तीन मैलपर्यंत गेलें तर त्या ठिकाणीं त्यावर पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेचा परिणाम होईल. पण या ठिकाणीं हें झिरपणारें पाणी फारसें खोल जात नाहीं. अर्थात् त्यावर पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेचा कांहीं परिणाम होत नाहीं. अशा पाण्याला बाहेर पडण्याला एखादी फट मिळाली नाहीं तर अर्थात्‌च हें पाणी त्या पोकळींत तसेंच सांचून राहील. पण जर एखादी फट मिळाली तर त्या फटीमधून तें पाणी बाहेर पडतें व झऱ्याचा उगम होतो. ज्या ठिकाणीं पाणी सांचतें त्या ठिकाणीं पोकळी मोठी असेल व पाणीहि बरेंच सांठत असेल तर झरा बाराहि महिने वाहात राहील. झऱ्याला पाण्याचा पुरवठा भरपूर असेल तर उगमापाशींच प्रवाह मोठा राहून पुढें त्याचें नदींत रूपांतर होऊं



झरा असा निर्माण होतो

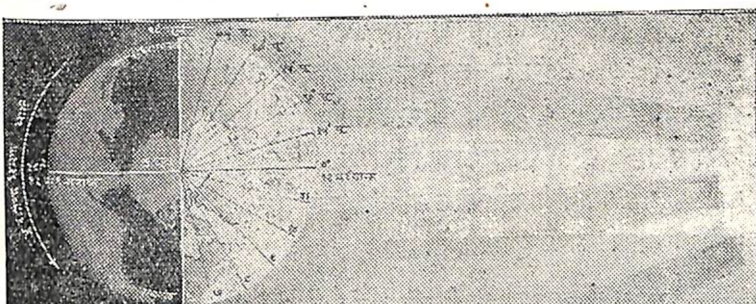
१ पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील पाणी वाहून नेणाऱ्या फटी. २ भूपृष्ठाखालील पोकळी. ३ पोकळींतील पाणी या फटीमधून किंवा मार्गानें बाहेर पडत आहे. ४ झऱ्याचें तोंड. ५ या त्रुटित रेषेनें दाखविलेल्या पातळीपर्यंत पाणी असलें किंवा कमी झालें म्हणजे झरा वाहण्याचा थांबतो. ६ या रेखांकित पातळीच्या उंची इतकें पाणी सांठलें कीं झरा वाहूं लागतो.

शकेल व हा मोठा झरा जर डोंगर पर्वतांत असेल आणि त्या ठिकाणीं भरपूर पाऊस पडत असेल तर या झऱ्याच्या पाण्याचा भरपूर सांठा होईल एवढेंच नव्हे, तर डोंगर, पर्वतावर पडणारें पाणी वाहात जाऊन झऱ्यांतून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याला मिळून नदीला पाण्याचा विपुल पुरवठा करील. प्रत्येकवेळीं पाणी सांठण्यासाठीं एखादी पोकळी असतेच असें नाहीं मुरूमासारख्या पोकळ किंवा छिद्रमय जमिनींतहि पाणी सांचून राहते. आणि पाण्याचा सांठा संपला कीं झरा वाहण्याचा थांबतो.

दिवस आणि रात्र

पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें (स्वतःभोंवतीं फिरण्यामुळें) दिवस आणि रात्र होतात हें मागें सांगितलें आहेच. आतां दिवस आणि रात्र यांच्या-संबंधींची विशेष माहिती काय आहे ती पाहूं.

प्रथम ही गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं पृथ्वि पश्चिमेकडून पूर्वेकडे या दिशेनें आपल्या आंसाभोंवतीं फिरते. यामुळें अर्थातच सूर्याकडे प्रथम पूर्वेकडील प्रदेश व त्यावरील शहरें इत्यादि येतात व नंतर पश्चिमेकडील प्रदेश व त्यावरील शहरें इत्यादि येतात. पृथ्वि स्वतःभोंवतीं २४ तासांत फिरते म्हणजे ३६० रेखांश फिरते व पुन्हां दुसरे दिवशीं आपल्या स्वतः-भोंवतींची प्रदक्षिणा सुरू करते. म्हणजे १ तासांत पृथ्वि (३६० ÷ २४ = १५) १५ रेखांश फिरते, म्हणजेच ती ४ मिनिटांत एक अंश किंवा १ मिनिटांत १५ कला फिरते. अर्थात् प्रत्येक ठिकाणची सूर्योदयाची वेळ निराळी असणार हें उघड आहे. उदाहरणार्थ अहमदाबाद व दार्जिलिंग या दोन शहरांत साधारणतः १५ रेखांशांचें अंतर आहे. दार्जिलिंग

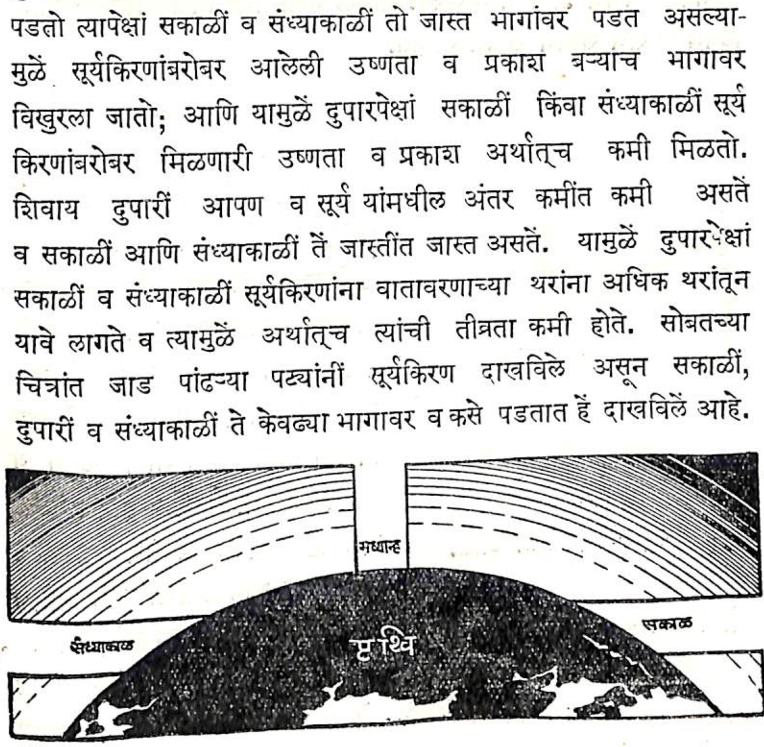


पृथ्वीकडे आपण वरून पाहात आहों या कल्पनेनें हें चित्र काढले आहे. ग्रीनिच शहरीं म्हणजे ० रेखांशावर दुपारीं १२ वाजतां सूर्य आहे अशी पृथ्वीची व सूर्याची स्थिती आहे. पृथ्वी जशी स्वतः भोंवती फिरेल तसा काल जाईल. ग्रीनिचच्या पूर्वेस म्हणजे पूर्वरेखांश दाखविलेल्या भागांत दुपारचे १२ वाजून गेलेले आहेत.

दाखविलेल्या दिशेनें फिरवा म्हणजे सूर्यापुढें सर्व भाग येऊन दूर कसे निघून जातात हें लक्षांत येईल.

सकाळीं आणि संध्याकाळीं उष्णता कां कमी असते ?

दुपारीं बरोबर बारा वाजतां सूर्य आकाशांत अत्यंत उंच अशा बिंदूवरून तळपत असतो आणि यावेळीं या बिंदूच्या बरोबर खालीं पृथ्वीवर जें ठिकाण येतें त्या ठिकाणीं बरोबर बारा वाजतात हें अगदीं स्पष्ट झालें आहे. यावेळीं सूर्यकिरण पृथ्वीवरील ठिकाणीं अगदीं सरळ रेषेंत पोंचतात. पण सकाळीं किंवा संध्याकाळीं ते तिरकस येतात यामुळें दुपारीं सूर्यकिरण किंवा सूर्यप्रकाश पृथ्वीवरील जेवढ्या भागावर पडतो त्यापेक्षां सकाळीं व संध्याकाळीं तो जास्त भागांवर पडत असल्या-मुळें सूर्यकिरणांबरोबर आलेली उष्णता व प्रकाश ब-याच भागावर विखुरला जातो; आणि यामुळें दुपारपेक्षां सकाळीं किंवा संध्याकाळीं सूर्य किरणांबरोबर मिळणारी उष्णता व प्रकाश अर्थात्च कमी मिळतो. शिवाय दुपारीं आपण व सूर्य यांमधील अंतर कमींत कमी असतें व सकाळीं आणि संध्याकाळीं तें जास्तींत जास्त असतें. यामुळें दुपारपेक्षां सकाळीं व संध्याकाळीं सूर्यकिरणांना वातावरणाच्या थरांना अधिक थरांतून यावे लागते व त्यामुळें अर्थात्च त्यांची तीव्रता कमी होते. सोबतच्या चित्रांत जाड पांढऱ्या पट्यांनीं सूर्यकिरण दाखविले असून सकाळीं, दुपारीं व संध्याकाळीं ते केवढ्या भागावर व कसे पडतात हें दाखविलें आहे.



अहमदाबादेच्या पूर्वेस आहे. अर्थात् दार्जिलिंग अहमदाबाद शहरापेक्षां सूर्य एक तास आधीं पाहणार म्हणजेच अहमदाबादेपेक्षां दार्जिलिंग शहरांत सूर्योदय १ तास आधीं होणार हें उघड आहे. सोबतच्या चित्रांत पृथ्वीवर निरनिराळ्या ठिकाणीं केव्हां व कशी वेळ असेल हें दाखविलें आहे. सकाळीं ६ वाजल्यापासून दुपारीं १२ वाजेपर्यंत म्हणजे मध्यान्ह होईपर्यंत एकूण ९० अंश पृथ्वि फिरते व दर १५ रेखांशांच्या अंतरावर रेघ मारून त्या रेघेवरील सर्व स्थळीं किती वाजले असतील हेंहि दाखविलें आहे. मध्यान्हीनंतर संध्याकाळ होईपर्यंत अनुक्रमें १५ पूर्व रेखांश ओलांडल्यावर दुपारचा १ वाजतो, ३० पू. रेखांश ओलांडल्यावर २ वाजतात. याप्रमाणें ९० पू. रेखांश ओलांडले कीं संध्याकाळचे ६ वाजतात हेंहि दाखविलें आहे. चित्रांतील ० रेखावृत्त ग्रीनिचमधून गेलेलें दाखविलेलें आहे.

आतां मध्यान्ह होते म्हणजे काय होते तें पाहूं. मध्यान्ह झाली कीं आपल्या पायांत आपली सावली पडते. एखाद्या टांगलेल्या (व दिव्याखालींच उजेड पडणाऱ्या) दिव्याखालीं उभे राहून पाहा म्हणजे आपली सावली आपल्या पायांत पडते म्हणजे काय होते हें लक्षांत येईल. नंतर एकेक तसू कोणत्याहि दिशेस सरकत चला म्हणजे आपली सावली दिव्याच्या विरुद्ध दिशेस पायांतून निसटून लांब लांब जात असल्याचें दिसून येईल. बरोबर हीच क्रिया पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें रोज घडत असते. पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें सूर्यकिरण एकाच ठिकाणावर सतत अगदीं सरळ पडूं शकत नाहींत; पण ज्यावेळीं सूर्यकिरण अगदीं सरळ एखाद्या ठिकाणावर पडतात त्यावेळीं त्या ठिकाणीं दुपार होते.

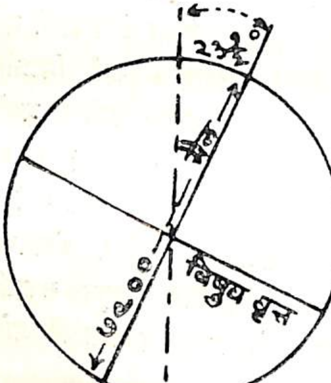
आतां संध्याकाळ झाली कीं पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें सूर्योदयानंतर मध्यान्हीपर्यंत ऊन जसें चढत जातें तशीच रात्रही चढत जाते व मध्यरात्रीं ज्या ठिकाणीं मध्यरात्र झाली असेल तें ठिकाण सूर्यापासून जास्तींत जास्त दूर असतें व नंतर नंतर हळूं हळूं तें अंतर कमी होत जाऊन सकाळ होते. ९९पृष्ठावरचें चित्र पाहा म्हणजे दिवस व रात्र कशी होतात हें लक्षांत येईल. जमल्यास या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें पृथ्वीची चकती तयार करून तिच्या मध्यामध्यें टांचणी घुसवून घट्ट बसवा व हळूं हळूं चित्रांत

सर्व दिवस व रात्री सारख्या कां नसतात ?

पृथ्वि स्वतःभोंवतीं फिरत फिरत सूर्याभोंवतीं फिरत असते हें मागें सांगितलेलें आहेच. पृथ्वि स्वतःभोंवतीं फिरते त्यामुळें पृथ्वीच्या सर्व भागावर दिवस आणि रात्र होत असतात; आणि पृथ्वीप्रमाणें जे ग्रह स्वतःभोंवतीं फिरत नाहींत त्यांच्यावर एकाच म्हणजे सूर्याकडे वळलेल्या भागावर सतत दिवस व इतर भागावर सतत रात्र असते हें बुध या ग्रहाची माहिती वाचतांना आपल्याला आढळून आलेलें आहेच.

पृथ्वीचा कललेला आंस

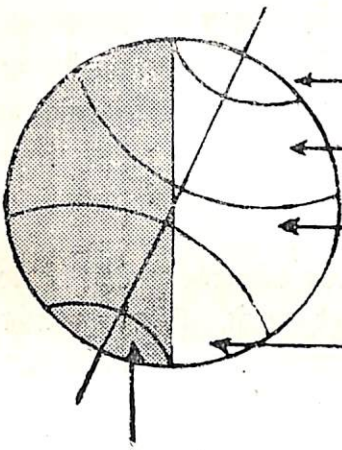
पृथ्वीचा आंस तिच्या मध्यांतून जर अगदीं सरळ उभी रेषा (लंब रेषा) काढली तर तिच्यापासून साडेतेवीस अंश दूर कललेला आहे. (सोबतचें चित्र पाहा). मुख्यतः यामुळें भूभागावर निरनिराळ्या ठिकाणीं दिवस व रात्र समान राहात नाहींत.



पृथ्वीचा कललेला आंस.

आतां ही दुसरी आकृति पहा. या आकृतींत उत्तर गोलार्धातील उन्हाळ्याचें दृश्य कसें दिसतें हें दाखविलें आहे. या वेळीं आर्क्टिक वृत्ताच्या उत्तरेकडील सर्व भागांत २४तास दिवस असतो व अंटार्टिक वृत्ताच्या दक्षिणेकडील सर्व भागांत २४ तास रात्र असतें.या दोन वृत्तांमधील भागाचे तीन विभाग पडत असून मोठा दिवस व लहान रात्र असणाऱ्या भूविभागाचा एक पट्टा दिवस व रात्र सारखीच असणाऱ्या भूविभागाचा एक पट्टा व मोठी रात्र व लहान दिवस असणाऱ्या भूविभागाचा एक पट्टा असे तीन पट्टे दाखविले आहेत. ही स्थिति सहा महिने टिकते व नंतर उत्तर गोलार्धातील हिंवाळा सुरू होतो व वर वर्णिलेल्या बरोबर उलट परिस्थिति सहा महिनें टिकते. म्हणजे आर्क्टिक वृत्ताच्या उत्तरेकडील भागांत सहा महिने रात्र

राहते व अंटार्टिकच्या दक्षिणेकडील भागांत सहा महिने दिवस राहतो. पूर्वी ज्या भूभागांत मोठा दिवस होता त्या ठिकाणीं मोठीं रात्र होते व ज्या ठिकाणी मोठी रात्र असें त्या ठिकाणीं मोठा दिवस होऊं लागतो.



दिवस लहान मोठे होण्याची आणखी कांहीं कारणें

दिवसाचा काल कमी अधिक होण्यास आणखी कांहीं कारणें आहेत. भरती ओहोटीमुळें पृथ्वीच्या जलमय भागावर जी जोराची हालचाल होते त्यामुळें लहान मोठे धक्के बसतात व अर्थात्‌च त्याचा परिणाम पृथ्वीचा स्वतःभोंवतीं फिरण्याचा वेग कमी होण्यांत होतो. यामुळें दिवसाचा काल वाढतो. याशिवाय आकाशांतून ज्या अनेक उल्का पृथ्वीवर पडतात व त्यामुळें जे आघात होतात त्या आघातांमुळें स्वतःभोवती फिरण्याला पृथ्वीला जो अडथळा होतो त्यामुळें व उल्का पडल्यावर त्या प्रमाणांत पृथ्वीचा आकार वाढल्यामुळें पृथ्वीचा स्वतःभोंवतीं फिरण्याचा वेग कमी होतो. याचा परिणाम दिवसाचा काल वाढण्यांत होतो. या उलट पाऊस व वारा यांमुळें पर्वतांचीं शिखरें व उंच भाग झिजतात व त्यामुळें पृथ्वीचा गोलाकार त्या प्रमाणांत कमी होतो व पृथ्वीची गति वाढण्यास मदत होते. शिवाय पृथ्वीची थंड होण्याची क्रिया अद्याप चालूंच असल्यामुळें ती सारखी आकसत आहे. या आकसण्यामुळें

पृथ्वीचा आकार कमी होत असून त्याचा परिणाम पृथ्वीच्या स्वतःभोंवतींच्या फिरण्याच्या वेगांत वाढ होते व त्यामुळें दिवस (किंवा रात्र) लहान होण्यास सहाय्य होते.

कांहीं महत्त्वाचे दिवस

उत्तर गोलार्धांतील सर्वांत मोठा दिवस २१ जून हा असतो. या उलट उत्तर गोलार्धांतील सर्वांत लहान दिवस २२ डिसेंबर हा असतो.

सामान्यतः २२ सप्टेंबर व २१ मार्चला १२।१२ तासांचा दिवस व १२।१२ तासांची रात्र असते. मार्च २१ पासून उत्तर गोलार्धांत दिवस मोठा होऊं लागतो.

जूनच्या २१ तारखेला सूर्य उत्तरेकडे कर्कवृत्तावर असतो व डिसेंबर २१ तारखेला सूर्य दक्षिणेकडे मकरवृत्तावर असतो. डिसेंबर २२ पासून जून २१ पर्यंतच्या कालाला हिंदू **उत्तरायण** म्हणतात. उत्तरायणांत पौष महिन्याच्या उत्तरार्धापासून अर्ध्या आषाढ महिन्यापर्यंतचा काल येतो. उत्तरायणाच्या आरंभीं हिंवाळ्याचा मध्य असतो व उत्तरायण संपतें तेव्हां उन्हाळा संपून पावसाळ्याला आरंभ झालेला असतो. जून २१ पासून डिसेंबर २२ पर्यंतचा काल म्हणजे **दक्षिणायन** होय. यांत अर्धा आषाढ ते अर्धा पौष एवढा काल असतो. यांत पूर्ण पावसाळा व हिंवाळ्याचा प्रथमार्ध एवढा काल येतो. दक्षिणायन सुरूं झालें कीं उत्तरगोलार्धांत दिवस लहान होऊं लागतो व उत्तरायण सुरूं झालें कीं दिवस मोठा होऊं लागतो. हिंदुस्थान उत्तर गोलार्धांत असल्यामुळें वर सांगितलेली गोष्ट आपल्या अनुभवास येते. उत्तरायण सुरूं झालें कीं, मकरवृत्तापासून कर्कवृत्तापर्यंत सूर्याच्या क्रांतीस (अंतर जाण्यास) लागणारा काल म्हणजे उत्तरायण, याच्या उलट म्हणजे कर्कवृत्तापासून मकरवृत्तापर्यंत सूर्याच्या क्रांतीस लागणारा काल म्हणजे दक्षिणायन. उत्तरायण सुरूं झालें म्हणजे आपल्या किंवा आपल्या घरांच्या सावल्या दक्षिणेकडे झुकूं लागतात व दक्षिणायनांत उत्तरेकडे झुकूं लागतात.

ऋतु कसे होतात ?

पृथ्वीचा आंस २३½° नें कललेला आहे म्हणजेच तिचा आंस तिच्या कक्षेच्या पातळीशीं ६६½° अंशांचा कोन करतो आणि म्हणून

त्यामुळें दिवस आणि रात्र यांच्या कालमानांत कसा फरक पडतो हें नुकतेंच पाहिलें. आतां ऋतु कसे होतात तें पाहूं. **पृथ्वीच्या कललेल्या आंसाच्या जोडीला तिची सूर्याभोंवतींची जी प्रदक्षिणा चालूं असते त्यामुळें ऋतु होतात.**

आपण हिंदुस्थानांत अनुक्रमें १ वसंत, २ ग्रीष्म, ३ वर्षा, ४ शरत्, ५ हेमंत, ६ शिशिर असे सहा ऋतु मानतों. वर्षभर जें हवामान निर-निराळ्या काळीं असतें त्यानुसार हे ऋतु मानलेले आहेत. वसंत हा ऋतु संपूर्ण उन्हाळ्याचा काल दर्शवितो, वर्षाऋतु पावसाळ्याचा काल दर्शवितो, तर हेमंतऋतु हिंवाळ्याचा काल पूर्णपणें दाखवितो. ग्रीष्मऋतुमध्यें थोडा उन्हाळ्यांतील व पावसाळ्यांतील, शरदृऋतूंत पावसाळ्यांतील व हिंवाळ्यां-तील आणि शिशीर ऋतूंत हिंवाळा व उन्हाळा यांतील कमी अधिक काल येतो. पण यापेक्षां उन्हाळा, पावसाळा व हिंवाळा असे तीनच ऋतु स्थूलमानानें मानण्याची प्रथा पडली आहे.

पण या पृथ्वीच्या पाठीवर असेंहि कांहीं भूविभाग आहेत कीं त्या ठिकाणीं पाऊस मुळींच पडत नाहीं. उदा. तिबेट; तर कांहीं भाग असे आहेत कीं त्या ठिकाणीं बाराहि महिन्यांतून पाऊस पडत असतो. उदा. विषुववृत्तावरील आफ्रिकेंतील भाग. याशिवाय पृथ्वीवर असेंहि कांहीं भूविभाग आहेत कीं त्या ठिकाणीं एका विशिष्ट काळींच तेवढा पाऊस न पडतां तो उन्हाळ्यांत व हिंवाळ्यांतहि पडतो. उदा. ऑस्ट्रेलियाच्या उत्तर भागांत उन्हाळ्यांत पाऊस पडतो दक्षिण भागांत हिंवाळ्यांत पाऊस पडतो आणि **म्हणून सर्व पृथ्वीच्या दृष्टीनें विचार करतांना शास्त्रज्ञांनीं उन्हाळा व हिंवाळा हे दोन ऋतूच मुख्य मानले आहेत.** (मान्सून वारे ज्या प्रदेशावरून वाहतात त्या प्रदेशांत (उदा. हिंदुस्थान, ब्रह्मदेश) उन्हाळा, पावसाळा व हिंवाळा असे तीन ऋतु असतात.) उत्तरगोलार्धांत मार्च ते सप्टेंबर हा उन्हाळ्याचा काल धरतात व सप्टेंबर ते मार्च हा हिंवाळ्याचा काल धरतात.

पृथ्वि सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालीत असतांना तिचा केव्हां उत्तर ध्रुवाकडील प्रदेश सूर्याकडे वळलेला असतो तर केव्हां दक्षिण ध्रुवाकडील

प्रदेश सूर्याकडे वळलेला असतो, तर कधीं दोन्हीहि ध्रुवप्रदेश सूर्याकडे न कललेल्या स्थितींत असतात. अशा या परिस्थितीमुळें आपल्याला सूर्य कधीं उत्तरेकडे कललेला तर कधीं दक्षिणेकडे कललेला किंवा कधीं माथ्यावर तळपत असतांना दिसतो. ज्यावेळीं सूर्य एका दिशेस कललेल्या स्थितींत दिसतो त्यावेळीं अर्थातच सूर्यकिरण पृथ्वीवर तिरपे येतात व त्यामुळें त्यांच्याबरोबर उष्णताहि कमी येते व हिंवाळ्यांतील थंडी जाणवते; आणि ज्यावेळीं सूर्य माथ्यावर तळपत राहतो त्यावेळीं सूर्यकिरण सरळ पृथ्वीवर येतात, त्यामुळें ते तिरकस येणाऱ्या सूर्यकिरणांपेक्षां कमी प्रदेश व्यापतात आणि त्यामुळें त्यांच्याबरोबर आलेली उष्णताहि जास्त असते. ही स्थिति निर्माण झाली कीं उन्हाळ्याचा कडाका जाणवतो. या दोन ऋतूंमधील जी परिस्थिति असते ती वसंतादि सहा ऋतू बरोबर दाखवितात. सोबतच्या चित्रांत उत्तरार्धांतील उन्हाळा व दक्षिणार्धांतील उन्हाळा असतो त्यावेळीं पृथ्वीची स्थिति कशी असते हें दाखविलेलें आहे.



१ दक्षिणार्धांतील उन्हाळा. २ उत्तरार्धांतील उन्हाळा.

आतां कोणत्या भूभागांत किती व कोणते ऋतु असतात तें पाहू.

१ **उत्तर व दक्षिण ध्रुवावर**–उन्हाळा व हिंवाळा हे दोनच ऋतु असतात. उन्हाळा सहा महिन्यांचा असून सहा महिन्यांचा दिवस असतो. हिंवाळा सहा महिन्यांचा असतो व सर्व हिंवाळाभर रात्र असते. उन्हाळ्यांतील पहिले तीन महिनेपर्यंत सूर्य २३½ अंशांपर्यंत आकाशांतून हळूं हळूं चढत असतांना दिसतो व नंतरचे तीन महिने २३½ अंशांपासून हळूं हळूं उतरत असतांना दिसतो.

२ **ध्रुव प्रदेश**—ध्रुव प्रदेशांतील उन्हाळे थंड असतात व बहुतेक

सर्व उन्हाळ्यांत सूर्य क्षितिजावर थोड्या उंचीवर तळपत असतो. हिंवाळ्यांत सतत थंडी असून मोठ्या रात्री व फारच लहान दिवस अशी स्थिति असते.

३ समशीतोष्ण प्रदेश—समशीतोष्ण कटिबंध किंवा मध्यम कटिबंधाचे भागांत (उत्तरेकडील व दक्षिणेकडील) चार ऋतू असतात. समान कालाचे दिवस व रात्र असलेला वसंत ऋतु. दुसरा ऋतु म्हणजे मोठे दिवस व लहान रात्री असलेला उन्हाळा, तिसरा समान कालाचे दिवस व रात्री असलेला पावसाळा व चौथा ऋतु म्हणजे लहान दिवस व मोठ्या रात्रीं असलेला हिंवाळा होय.

४ उष्ण कटिबंधाचा प्रदेश—या प्रदेशांतील विषुववृत्ताजवळील प्रदेशांत कडक उन्हाळा व थंड हिंवाळा हेच मुख्यतः दोन ऋतु असतात. याशिवाय या प्रदेशांतील जे भाग कर्क वृत्ताजवळ व मकरवृत्ताजवळ असतात त्या भागांत समशीतोष्ण प्रदेशाप्रमाणें चार ऋतु असतात; पण फरक एवढाच असतो कीं उन्हाळे कडक असतात व हिंवाळे सौम्य असतात. उष्ण कटिबंधाच्या प्रदेशांत सूर्य क्षितिजावर ४३ अंशांपर्यंत खालीं आलेला दिसतो.

५ विषुववृत्ताचा प्रदेश—विषुववृत्तावर वर्षभर उन्हाळा हा एकच एक ऋतु असतो. विषुववृत्तावर सूर्य ६६$\frac{१}{२}$ अंशांच्या खालीं कधींच आलेला दिसत नाहीं.

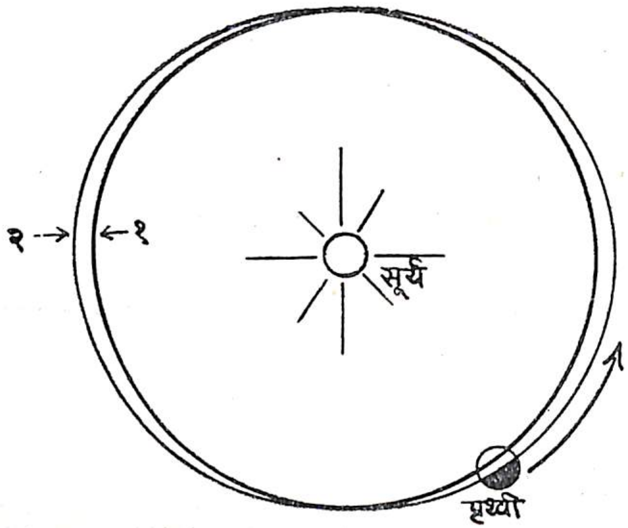
पृथ्वीचा सूर्याभोंवतींचा भ्रमणमार्ग

सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं लंबवर्तुलाकार मार्गानें फिरत असतात, हा केपलरचा सिद्धांत मागें सांगितलेला आहेच. पृथ्विहि लंबवर्तुलाकार मार्गानेंच सूर्याभोंवतीं फिरते. मात्र पृथ्वीच्या या लंब वर्तुळाच्या दोन व्यासांत फार थोडें अंतर आहे. १०८ पृष्ठावरील आकृति पाहा.

कटिबंध

पृथ्वीवरील निरनिराळ्या ठिकाणीं सूर्याची उष्णता निरनिराळ्या प्रमाणांत मिळते. या निरनिराळ्या ठिकाणीं जी उष्णता साधारणतां वर्षभर असते तीनसार पृथ्वीचे अभ्यासाच्या सोयीसाठीं पांच पट्टे किंवा विभाग

पाडलेले आहेत, या विभागांना '**कटिबंध**' म्हणतात. हे कटिबंध असे आहेत. (९४ पृष्ठावरील आकृति पाहा.)



१ सूर्य मध्यबिंदू कल्पून निघणारे वर्तुळ २ पृथ्वीचा सूर्याभोंवतीचा लंब वर्तुलाकृति भ्रमणमार्ग.

१ **उष्ण कटिबंध** (Tropics)–विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडील कर्कवृत्त व दक्षिणेकडील मकरवृत्त यामधील ४७ अंक्षांशांचा प्रदेश म्हणजे जवळजवळ ३००० मैल रुंदीचा पृथ्वीसभोंवतींचा पट्टा. कर्कवृत्तावर जून महिन्यांत व मकरवृत्तावर डिसेंबर महिन्यांत सूर्यकिरण अगदीं सरळ म्हणजे लंबरूप पडतात. विषुववृत्तावर तर ते नेहमींच लंबरूप पडतात. यामुळें या सर्व भागांत सर्व वर्षभर भरपूर उष्णता असते आणि म्हणून या भूप्रदेशाला उष्ण कटिबंध असें नांव दिलेलें आहे.

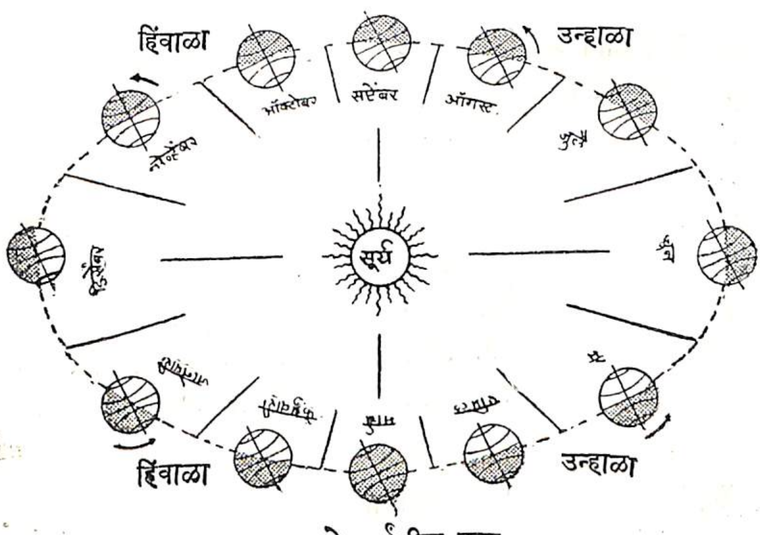
२ **उत्तर समशीतोष्ण कटिबंध**:–कर्क वृत्तापासून आर्क्टिक वृत्तापर्यंत (पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धांतील) जो भूविभागाचा पट्टा येतो त्याला **उत्तर समशीतोष्ण** कटिबंध किंवा उत्तरेकडील मध्यम कटिबंध म्हणतात. कर्कवृत्तापासून उत्तर ध्रुतवृत्तापर्यंतच्या (आर्क्टिक वृत्तापर्यंत) भूविभागावर सूर्याचे किरण तिरपे पडतात त्यामुळें भरपूर उष्णता या

भागाला मिळत नाहीं. अर्थात् हा भाग फार उष्णहि नाहीं व फार थंडहि नाहीं असा आहे, म्हणूनच त्याला **समशीतोष्ण** (सम + शीत + उष्ण) **कटिबंध** म्हणतात. इंग्रजीत या भागाला Temperate Regions असें नांव आहे.

३ उत्तर शीत कटिबंध—(Northern polar regions) उत्तर ध्रुववृत्तापासून उत्तर ध्रुवापर्यंतचा प्रदेश. या प्रदेशावर तर सूर्य-किरण फारच तिरकस पडतात. त्यामुळें सूर्यकिरणांतून उष्णता फार कमी मिळते. शिवाय पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतींच्या प्रदक्षिणेमुळें वर्षांतून या भागावर सहा महिने सूर्यकिरणें पडतच नाहींत आणि म्हणून हा भाग अति थंड असतो आणि म्हणूनच याला **शीत कटिबंध** हें नांव दिलेलें आहे.

४ दक्षिण समशीतोष्ण कटिबंध–किंवा दक्षिणेकडील मध्यम कटिबंध. हा भाग मकरवृत्तापासून दक्षिण ध्रुववृत्तापर्यंत (अंटार्टिक वृत्तापर्यंत) असतो. हा भागहि उत्तर समशीतोष्ण कटिबंधाप्रमाणेंच सौम्य शीतोष्ण असतो.

५ दक्षिण शीत कटिबंध–उत्तर शीत कटिबंधाप्रमाणेंच याचीहि स्थिति असते.



उत्तर गोलार्धातील ऋतु.

पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता

पृथ्वीच्या पोटांत किती भयंकर उष्णता आहे हें ज्वालामुखी, उष्ण झरे इत्यादींच्या रूपानें आपल्याला दिसतें. याशिवाय पृथ्वीची घडण ज्यावेळीं सुरूं झाली त्यावेळीं वायुरूपांतून द्रवरूपांत व द्रवरूपांतून घनरूपांत तिचें स्थित्यंतर होत जाऊन आजची पृथ्वि तयार झाली. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून क्रमानें तिच्या मध्याकडील भाग घनस्थितींत रूपांतरित होऊं लागला. पण कांहींच्या मतें पृथ्वीच्या मध्याच्या भोंवतीं अद्यापिहि २२०० मैल व्यासाचा भाग द्रवस्थितींत असून तो अत्यंत उष्ण आहे. तर कांहींच्या मतें मध्यभागीं लोखंड किंवा निकलसारखे जड पदार्थ आहेत याविषयींची माहिती मागें आलीच आहे. पण पृथ्वीच्या पोटांत प्रचंड उष्णता आहे, हें सर्वांनाच मान्य आहे.

आतांपर्यंत मनुष्याला पृथ्वीच्या पोटांत फारच थोड्या अंतरावर जातां आलें आहे. दक्षिण आफ्रिकेंतील एका खाणींत दोन मैल खोलीपर्यंत भोंक पाडतां आलें आहे. या भोंकांत जसें जसें खालीं उष्णतामापक यंत्र सोडावें तसतसें तें वाढती उष्णता दाखवितें. या प्रयोगानें व इतर आणखी प्रयोगानें असें सिद्ध झालेलें आहे कीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखालीं अर्धा मैल खोलीवर दर ७० फुटामागें पृष्ठभागावरील उष्णतेपेक्षां १ अंशानें (फॅरनहीट), उष्णता अधिक वाढते. जर १२॥ मैल खोलीवर उष्णता मोजली तर त्या ठिकाणीं ती १००० अंश (फॅरनहीट) भरेल, २०० मैल खोलीवर ती २००० अंशांहून अधिक भरेल. याप्रमाणें पृथ्वीच्या मध्यापर्यंत म्हणजे जवळजवळ ४००० मैल खोलीवर किती भयंकर उष्णता असेल याची कल्पना येईल. २१२ अंश (फॅरनहीट) वर पाणी उकळतें ही गोष्ट प्रथम लक्षांत ठेवावी. याप्रमाणें कल्पना केल्यास पृथ्वीच्या मध्यभागीं कुठलाही पदार्थ घन स्थितींत राहणेंच शक्य नाहीं ही विचारसरणी पटते.

याशिवाय सूर्यकिरण हे बाहेरून पृथ्वीची उष्णता वाढवीत असतात, तसेंच रेडियमसारखे पदार्थ पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता आपल्यापरीनें आंतून सतत वाढवीत असतात.

उष्ण झऱ्यांच्या रूपानें बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेचा उपयोग न्यूझीलंड-मधील मूळचे माओरी लोक स्वैंपाक करण्याकडे करतात. आइसलंडमध्येंहि उष्ण झऱ्यांचा असाच उपयोग करतात. याशिवाय कपडे धुणें व कृत्रिम उष्णता निर्माण करण्यासाठींहि त्यांचा उपयोग करण्यांत येतो. आइसलंड-सारख्या उत्तर ध्रुववृत्तालगतच्या प्रदेशांत वनस्पतींना पुरेशी उष्णता सूर्यापासून मिळणें कठिण असते म्हणून या उष्ण झऱ्यांच्या उष्णतेचा उपयोग कांचघरांत बागा तयार करण्याकडे करतात. हॉग्सन नांवाच्या शास्त्रज्ञाच्या अंदाजाप्रमाणें जगांतील सर्व दगडी कोळशापासून जेवढी उष्णता निर्माण होईल त्याच्या ३०,०००,००० पटीनें अधिक उष्णता या पृथ्वीच्या पोटांत आहे. यांत्रिक साधनांनीं जर या उष्णतेचा उपयोग मनुष्यास करून घेतां आला तर वाढत्या मानवी व्यवहाराला पुरेशी यांत्रिक शक्ति सहज निर्माण करतां येईल. कॅलिफोर्नियांत एका ठिकाणीं जमिनींतून निघणाऱ्या वाफेच्या फवाऱ्याचा उपयोग करून १५०० अश्वशक्तीची यांत्रिक शक्ति निर्माण करण्यांत यश आलें आहे. सर चार्लस ए. पार्सन या विश्वविख्यात शास्त्रज्ञानें जमिनींत फक्त १२॥ मैल खोलपर्यंत जरी एखादा भक्कम दांडा घुसवतां आला तरीहि त्यामुळें यांत्रिक शक्तीचा प्रश्न सुटून अनेक रासायनिक मूलतत्त्वें व धातू यांचा लाभ होईल असें म्हटलें आहे.

पृथ्वीची घनता

पृथ्वीचें दार्ढ्य पाण्याच्या साडेपांचपट आहे. पृष्ठभागावरील खडकांचें दार्ढ्य पाण्याच्या २·७ पटीनें आहे. हें दार्ढ्य पृथ्वीच्या पोटांत लोखंडा-सारखा कांहींतरी कठीण व जड पदार्थ असल्याचें निदर्शक आहे. शिवाय पृथ्वि ही एक फार मोठा लोहचुंबक आहे. अर्थात् तिच्या पोटांत लोखंड हें असलेंच पाहिजे हें उघड आहे. ज्वालामुखींतून जो अग्निजन्य खडक बाहेर येतो त्याचें दार्ढ्य पाण्याच्या तिप्पट असतें. या सर्वांवरून पृथ्वीच्या केंद्राशेजारचें दार्ढ्य ५·५, मधल्या थरांचें ३·०, पृष्ठभागीं २·७ व समुद्रांच्या तळाशीं १·० इतकें असल्याचें अनुमान काढलेलें आहे.

ज्वालामुखींची आवश्यकता

ज्वालामुखींची रचना कशी असते व ज्वालामुखीचा स्फोट झाला म्हणजे काय होतें यासंबंधींची माहिती मागें आलेलीच आहे. आतां या ठिकाणीं ज्वालामुखींची पृथ्वीवरील जीवनाच्या दृष्टीनें कांहीं आवश्यकता आहे कीं काय तें पाहूं.

आज प्रसिद्ध असलेले बहुतेक ज्वालामुखी समुद्रापासून जवळच अंतरावर असलेले आहेत. त्यामुळें एकेकाळीं असा समज होता कीं पृथ्वीच्या अंतर्भागांत खडकांच्या मध्यंतरीं ज्या फटी असतात त्यांतून समुद्राचें पाणी झिरपून ज्वालामुखीच्याखालीं असलेल्या द्रवस्थितींतील (उकळत्या) फत्तरापर्यंत पोंचून त्याची वाफ होऊन तिचा स्फोट होई व लाव्हारूपानें आंतील रस ज्वालामुखींतून बाहेर पडे. पण समुद्रकिनाऱ्यापासून शेंकडों मैल दूर असलेल्या ज्वालामुखींचे स्फोट जेव्हां झाले तेव्हां ही विचारसरणी मागें पडली; व नवीन पुढें आली. ही नवी विचारसरणी कोणती हें ज्वालामुखींच्या संबंधींची माहिती देतांना दिलेंच आहे. ज्वालामुखी पर्वत १४००० फूट उंचीपासून १८००० फूट उंचीपर्यंत असलेले दिसून येतात. तसेंच अगदीं सामान्य टेकड्याहि असूं शकतात. कित्येक ठिकाणीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर दिसणारी एखादी फट म्हणजे ज्वालामुखीच होय. ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळें बाहेर येणारा रस तोंडाभोंवतीं सांचून त्याचें पेल्यासारखें किंवा तेल गाळण्याच्या आकाराचें तोंड बनत जातें, व अशा रीतीनें कालांतरानें त्याचा डोंगर होतो.

ज्वालामुखीच्या पूर्वी पृथ्वीच्या पोटांत होणाऱ्या गडगड आवाजानें व लहानसहान धरणीकंपाच्या धक्क्यानें सूचना मिळते. ज्वालामुखीच्या अंतरंगांत फार वाफ सांचली असली तर एकाच्या ऐवजीं अनेक तोंडें पडून वाफ व लाव्हा बाहेर पडतो. भूमध्य समुद्रांत सिसिली नांवाचें बेट आहे. त्यांतील एटना नांवाच्या ज्वालामुखीला त्याच्या मुख्य तोंडाशिवाय आणखी जवळजवळ २०० तोंडें आहेत. इटली देशांतील व्हेसुव्हियस नांवाच्या ज्वालामुखीवर हरक्युलानेम्, स्टाबी व पॉम्पी या नांवाचीं तीन प्रख्यात

शहरें वसलीं होतीं. इ. स. ६३ मध्यें व्हेसुव्हियसची धरणीकंपाच्या रूपानें सूचना मिळाली. या तीनहि शहरांतील अनेक इमारती पडल्या. सर्व लोक घाबरून गेले; पण थोडें स्थिरस्थावर होतांच लोकांनीं तिकडे लक्ष दिलें नाहीं. मधून मधून लहान धक्के बसत होतेच. शेवटीं २४ ऑगस्ट इ. स. ७९ रोजीं या ज्वालामुखीचा स्फोट झाला व वर सांगितलेल्या तीनहि शहरांचा नाश झाला. विशेषतः पॉम्पी हें वैभवसंपन्न शहर पार धुळीला मिळालें. यावरून स्फोट कशा पद्धतीनें होतात हें कळून येईल. अर्थात् कांहीं ज्वालामुखी इषारे दिल्यापासून फार थोड्या काळांत स्फोट पावतात.

या सर्व विवेचनावरून हें सहज लक्षांत येईल कीं ज्वालामुखींचें कार्य म्हणजे पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता बाहेर सोडण्याचें आहे. ही आंत न राहूं शकणारी उष्णता ज्वालामुखीच्या रूपानें बाहेर पडते म्हणून ठीक, नाहींतर तिनें ही सर्व पृथ्वीच गदगद हालवून एकाच सपाट्यांत पृथ्वीवरील सर्व प्राणी यमसदनास पाठविले असते. एखाद्या ज्वालामुखीचा स्फोट झाला तर त्याचे परिणाम कांहीं मैलपर्यंतच घडून येतात. समुद्र, डोंगर वगैरेंचा अशा वेळीं स्प्रिंगसारखा उपयोग होऊन धक्का दूरवर पोंचत नाहीं.

ज्वालामुखीचें अंतरंग

अशा या भयंकर ज्वालामुखीच्या अंतरंगाचें संशोधन करण्याच्या निश्चयानें व्हेसुव्हियस वेधशाळेचे प्रोफेसर मॅलाड्रा एक वाटाड्या बरोबर घेऊन व्हेसुव्हियस पर्वतावर गेले व अनेक साधनांच्या सहाय्यानें ज्वालामुखीच्या तोंडांतून आंत उतरले. मात्र त्यांना १००० फुटांहून अधिक खालीं जातां आलें नाहीं. तीव्र उष्णता, मांजराच्या गुरगुरण्यासारख्या आवाजापासून ते कानठळ्या बसविणाऱ्या गडगडाटापर्यंत ऐकूं येणारे आवाज, विषारी वायू, लहानमोठ्या उडणाऱ्या फत्तरांच्या कपऱ्या या कारणांमुळें त्यांना आणखी खालीं जातां येणें शक्यच झालें नाहीं.

ज्वालामुखी शेंकडों वर्षे निद्रिस्त असतात आणि जेव्हां जागे होतात तेव्हां मात्र ते काय हाहाकार उडवितील तें कांहीं सांगतां येत नाहीं. १८८३ मध्यें जावा व सुमात्रा यांमधील एका बेटावर असणाऱ्या क्रॅकाटोवा या ज्वालामुखीचा स्फोट झाला तेव्हां धरणीला एवढा दणका बसला कीं आसपासच्या खेड्यांतील हजारों लोक तर ठार झालेच, पण स्फोटाच्या दणक्यामुळें तीन मैलांवर असणाऱ्या समुद्रालाहि एवढा धक्का बसला कीं त्यामुळें ज्या प्रचंड लाटा निर्माण झाल्या त्यांनीं मोठमोठ्या बोटीसुद्धां समुद्राच्या तळाशीं गेल्या; खुद्द क्रॅकाटोवा पर्वतावरील ज्वालामुखीच्या मुखा-जवळील आठ चौरस मैलांचा भाग पार उडून गेला; आसपासचे कित्येक भाग समुद्रांत दबले तर कित्येक चिमुरडीं बेटें निर्माण झालीं.

१९०२ सालीं मार्टिनिक बेटावरील पेले या ज्वालामुखीचा स्फोट झाला त्या वेळीं त्या शेजारच्या सेन्ट पिरे या शहरांतील ४०,००० रहिवासी ठार झाले, सर्व शहर उध्वस्त झालें; पण चमत्काराची गोष्ट अशी कीं अंधारकोठडींत डांबलेला एक कैदी तेवढा जिवंत राहिला. हा सर्व झालेला नाश स्फोटामुळें होणाऱ्या धक्क्यापेक्षां स्फोट झाल्यावर त्यांतून जी कढत व विषारी धूळ जोरानें बाहेर पडली तीमुळें झाला असें म्हणतात. पॉम्पी हें शहर व्हेसुव्हियसच्या स्फोटामुळें नाश पावलें. त्यांतील सर्व लोक मेले, पण प्लिनी नांवाचा एक मनुष्य तेवढा वांचला. त्यानें स्फोटानंतर झालेला हाहाकार, त्यांतच झालेला धरणीकंप या संकटांमुळें जी करुणाजनक, भीति-दायक परिस्थिति निर्माण झाली तिचें वर्णन लिहून ठेवलें आहे. त्यांतील हा थोडा भाग पाहा म्हणजे ज्वालामुखीचें किती भयंकर स्वरूप आहे याची कल्पना येईल. तो म्हणतो—" स्त्रियांच्या किंकाळ्या, मुलांचा आक्रोश, पुरुषांच्या आपल्या बायकांसाठीं, मुलांसाठीं मारलेल्या हांका, आपल्या नवऱ्यांच्या नांवानें सारख्या हांका मारीत धांवणाऱ्या स्त्रिया, धुरामुळें कोणी कुणाला स्पष्ट दिसत नव्हते म्हणून आपलीं माणसें ओळखण्यासाठीं चाललेली धडपड, कोणी या संकटांतून सोडविण्यासाठीं परमेश्वराची करुणा भाकतो आहे, कोणी देवा, एकदम मरण तरी दे म्हणून विनवणी करतो आहे, इतक्यांत एखादी इमारत किंवा वृक्ष धाडकन् अंगावर पडावा आणि

क्षणभर सर्व शांत झाल्यासारखे वाटावे...अशी भयंकर परिस्थिति मीं स्वतः पाहिली."

धरणीकंपानें होणारे अनर्थ

पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता हें एक धरणीकंपाचें कारण असल्याचें मागें सांगितलें आहेच. याशिवाय धरणीकंप होण्याचें आणखी एक कारण आहे तें असें. पृथ्वीच्या कवचाचें प्रचंड वजन पडून खडकांचे मऊ थर दबतात. हे थर किंवा खडक दबल्यामुळें जी पोकळी निर्माण होते त्या पोकळीकडे आसपासचे खडक (म्हणजेच आसपासचा भूभाग) रेटला जातो. यामुळें आणखी कितीतरी ठिकाणीं खडक खचतात व पुन्हां त्या ठिकाणाकडे शेजारचा भाग कवचाच्या दाबामुळें ढकलला जातो. यामुळें क्वचित् धरणीकंपाच्या मूळ व मोठ्या धक्क्यामुळें हजार दीडहजार मैलपर्यंत लहान लहान धक्के बसत जातात. म्हणजेच या भूकंपाची लाट अशी दूरवर पसरते तेव्हां पृथ्वीच्या पोटांत झालेली पडझड 'गुडगुड' अशा आवाजाच्या किंवा लहान मोठ्या हादऱ्याच्या योगानें आपल्याला कळून चुकते.

आतां धरणीकंपाच्यामुळें पृथ्वीवर उभ्या किंवा आडव्या खाचा पडतात. उभ्या खाचा पडतात त्यावेळीं कांहीं भाग उभाच्या उभा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखालीं गेलेला चक्क दिसतो. या उलट एखाद्या भागाच्या दोन्ही बाजूंस आंतल्या बाजूनें दाब पडल्यामुळें उंचवटेहि निर्माण होतात. आसामांत १८९७ मध्यें ज्यावेळीं भूकंप झाला त्यावेळीं ३५ फूट उंचीच्या नवीन टेकड्या निर्माण झाल्या, तशीच २० ते ३० फूट खोल जमीनहि खचली. १८९९ मध्यें अलास्कांत झालेल्या भूकंपाच्या वेळीं ४७ फूट उंच भूभाग उचलला गेला होता. आतांपर्यंत मोजल्या गेलेल्या अशा भूभागाच्या उंचींत ही उंची सर्वांत जास्त आहे.

ज्यावेळीं पृथ्वीचा पृष्ठभाग आडवा फाटतो त्यावेळीं दोन दोन मैल लांबीचा भूभाग कापड फाडल्याप्रमाणें सरकन् फाटून जातो व त्यामुळें २०–२० फूट रुंदीपर्यंत फटी पडतात; पण आंतला भाग मात्र आसपासची जमीन त्या ठिकाणीं घुसल्यामुळें भरून येतो. तरीहि अशा खाचांची खोली कित्येक फूटपर्यंत असते.

भूकंप विशेषतः केव्हां होतात ?

भूकंप केव्हां होतात हें कळल्यावर उद्योगी लोकांनीं विशेषतः ते कोणत्या कालांत किंवा केवढ्या कालांतरानें होतात यासंबंधीं विचार करण्यास सुरवात केली. जगभर केव्हां भूकंप झाले याची माहिती जमवून एकानें असा सिद्धांत मांडला कीं **भूकंप विशेषतः हिंवाळ्यांत होतात,** दुसऱ्यानें एकदां भूकंप झाला कीं पुन्हां अकराव्या, बाविसाव्या, तेहेत्तिसाव्या आणि नंतर १९ वर्षांच्या अंतरानें होतात असें अनुमान सांगितलें, तर तिसऱ्यानें शहरेंच्या शहरें उध्वस्त करणारे भूकंप थोड्या थोड्या अंतरानें असे होतात असें म्हटलें आहे. अलेक्सिस पेरे या फ्रेंच गृहस्थानें प्रतिपदा व पौर्णिमा या तिथींना, जेव्हां चंद्र पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा घालीत असतां पृथ्वीच्या अगदीं जवळ येतो अशा वेळीं व ज्या ठिकाणीं हादरा बसतो त्या ठिकाणचें रेखावृत्त चंद्रानें ओलांडलें कीं भूकंपाचा तडाखा बसतो. पण खरं म्हणजे हीं सर्व अनुमानेंच आहेत. कांहीं वेळां या घटनांप्रमाणें भूकंप घडले हें खरें, पण या अनुमानांना नियमाचें निश्चित स्वरूप अद्याप प्राप्त झालेलें नाहीं.

भूकंपांचा फायदा

भूकंपांचा फायदा हे शब्द वाचतांच आपल्याला चमत्कार वाटेल ! असंख्य जीवांचा नाश करणारा, शहरेंच्या शहरें उध्वस्त करणारा भूकंप फायद्याचा कसा असूं शकेल ? पण वस्तुस्थिति आहे खरी तशी. भूकंपाच्या सगळ्या उलथापालथींत एक घटना फार महत्त्वाची आहे. भूभागावर जसे भूकंप होतात तसेच व त्याच कारणांनीं भूकंप समुद्राच्या तळाशींहि होतात; आणि असा एखादा जोराचा भूकंप जर उथळ समुद्रांत झाला तर कित्येक वेळीं कांहीं ठिकाणीं समुद्राचा तळ उचलला जाऊन पाण्याच्यावर येतो व बेट तयार होतें. बेरिंगच्या समुद्रांतील बोगोल्सॉफ् फर्स्ट या नांवाचें बेट १७९६ मध्यें अशा रीतीनें जन्माला आलें. याच रीतीनें कित्येक ठिकाणीं लहानसहान बेटें निर्माण झालीं असलीं पाहिजेत, हें अगदीं उघड आहे.

भूकंप आणि मनुष्यहानि

आतांपर्यंतच्या वर्णनावरून एकादा भूकंपाचा धक्का बसला कीं केवढा अनर्थ करूं शकतो याची कल्पना येईलच. पण पुढें दिलेल्या थोड्याशा आंकड्यांवरून भूकंपाच्या भयंकर स्वरूपाची जास्त कल्पना येईल. १७५५ मध्यें पोर्तुगालची राजधानी लिस्बन येथें भूकंप झाला त्या वेळीं ४०,००० लोक मेले. १८८३ मध्यें क्रॅकाटोवा या ज्वालामुखीच्या स्फोटाबरोबर झालेल्या धरणीकंपांत ३५००० माणसें मेलीं. १९२० मध्यें कान्सू येथें (चीन देश) झालेल्या भूकंपांत एक लक्ष लोक मृत्युमुखीं पडले. १९२३ मध्यें जपानची राजधानी टोकियो येथें झालेल्या भूकंपांत दोन लक्ष मनुष्यहानि झाली, तर १९३५ सालीं क्वेट्टा येथें झालेल्या भूकंपांत ३५००० लोक ठार झाले. गेल्याच वर्षी तुर्कस्तानांत झालेल्या भूकंपांत २६००० लोक मेले.

अशी ही प्रचंड हानि होते ती फक्त मिनिट अर्धा मिनिट गदगद हालणाऱ्या धरणीमुळें !

पृथ्वीचें तरंगतें कवच.

' पृथ्वीचें तरंगतें कवच ' हा मथळा वाचतांच चमत्कार वाटेल. कित्येक मैल खोल व अनेक फत्तरांचें बनलेलें कवच कसें बरें तरंगत असेल ! पण कांहीं शास्त्रज्ञांच्या मतें ती गोष्ट सत्य आहे. हें कवच नुसतें तरंगत नाहीं तर त्यापैकीं कांहीं भाग अत्यल्प प्रमाणांत का होईना पण थोडासा इकडे तिकडे सरकत असतो. मात्र ही हालचाल इतकी हळू होते कीं आपल्या दृष्टोत्पत्तीसहि ही गोष्ट येत नाहीं.

आल्फ्रेड वेगेनर नांवाच्या खगोलशास्त्रज्ञाचें असें म्हणणें आहे कीं समुद्राचा तळ हा कठीण अशा खडकांचा बनलेला आहे. या कठिण खडकांना ' सिमा ' (Sima) असें म्हणतात. या सिमा नांवाच्या खडकापेक्षां कमी कठिण अशा खडकांचा समुद्रवेष्टित भूभाग किंवा आशिया युरोपादि खंडें बनलेलीं आहेत. या ठिकाणीं सिमा खडक म्हणजे कोण-

त्याहि द्रव पदार्थासारखे खडक असा मात्र अर्थ घ्यावयाचा नाहीं, म्हणजे सिमा नांवाच्या अत्यंत कठिण अशा खडकरूपी समुद्रावर तरंगणारे ‘ सिआल ’ (Sial) म्हणजे ज्या कमी कठीण अशा खडकाचीं खंडें बनलीं आहेत तो खडक ‘ सिमा ’वर तरंगतच आहे.

या ‘ सिआल ’ व ‘ सिमा ’ खडकामध्यें अशीं मूलतत्त्वें आहेत कीं त्यांच्या परमाणूंच्या सतत चालू असलेल्या क्रियेमुळें उष्णता निर्माण होते. या उष्णतेमुळें ‘ सिआल ’ खडकाचे खालचे थर वितळतात व त्यांचा द्रव उष्णतेच्या जोरामुळें समुद्राच्या तळाशीं असलेल्या खडकांतील मऊ भागाला फोडून वर येतो. यानंतर हा द्रव थंड होत जातो. इकडे भूपृष्ठाखालचा कांहीं भाग वितळला गेल्यामुळें वरचे भाग त्या प्रमाणांत खचतात. यानंतर याच्या उलट क्रिया सुरू होते. भूपृष्ठाखालचा जो भाग वितळल्यामुळें समुद्राच्या तळाशीं असलेल्या खडकाच्या मऊ भागाला फोडून वर येतो, तो थंड होऊन त्याचा खडक बनतो व या खडकाच्या भारामुळें पृथ्वीच्या पोटांतील खडकांच्या भट्टींतील द्रव्यावर पडून तें द्रव्य अर्थात्‌च वर दाबलें जातें व त्यामुळें ‘ सिआल ’ म्हणजे भूपृष्ठाच्या खालून रेटा मिळून भूपृष्ठापैकीं कांहीं भाग पुन्हां वर येतो. अशी ही विलक्षण क्रिया आणि प्रतिक्रिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर व पृष्ठभागाखालीं सतत चालू आहे. या घडामोडीमुळेंच डोंगर पर्वतांच्या रांगा, फार फार पूर्वी ज्यावेळीं ही क्रिया फार जोरानें चालली होती त्यावेळीं निर्माण झाल्या असें एकमत आहे.

पृथ्वीचें वजन

आपल्या या पृथ्वीचें वजन म्हणजे तिच्यांत जीं निरनिराळीं द्रव्यें आहेत तीं कितीं आहेत हें काढलें आहे. पृथ्वीचें वजन ६,६००,०००, ०००,०००,०००,०००,००० टन आहे, म्हणजेच सर्व पृथ्वीच्या आकारा-एवढ्या पाण्याचें वजन जेवढें भरले त्याच्या ५·५ पटीनें जास्त आहे. पृथ्वीची लांबी रुंदी किंवा खरं म्हणजे पृथ्वि हा केवढा गोल आहे यासंबंधींची माहिती मागें आलेली आहेच. तेव्हां त्याची द्विरुक्ति येथें करण्याचें कारण नाहीं.

त्याचबरोबर हेंहि लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, ही पृथ्वि नुसत्याच दगड मातीची असती तरीहि तिचें एवढें वजन भरलें नसतें. आपल्याला माहित आहे कीं पृथ्वि खणून आपण तींतून लोखंड, पितळ, तांबें इत्यादि धातू, दगडी कोळशासारखे जड पदार्थ काढतो त्यांमुळें पृथ्वीचें वजन जास्त होतें. विशेषतः पृथ्वीच्या मध्य भागीं प्रचंड लोखंडाचा सांठा असला पाहिजे. त्याशिवाय तिचें एवढें वजन भरणें शक्य नाहीं असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. आणि याला ते पुरावा म्हणून असा देतात, कीं पृथ्वीप्रमाणेंच आकाशांत पृथ्वीच्या आसपास जे इतर गोल आहेत (व ज्यांची उत्पत्ति पृथ्वीप्रमाणेंच सूर्या-पासून झाली आहे) त्यांपैकीं उल्का पृथ्वीवर येऊन तेजहीन दगड होऊन पडल्यावर ती जर तपासून पाहिली तर त्यांत लोखंडाचाच भाग अधिक असतो.

पण वजन म्हणजे तरी काय ?

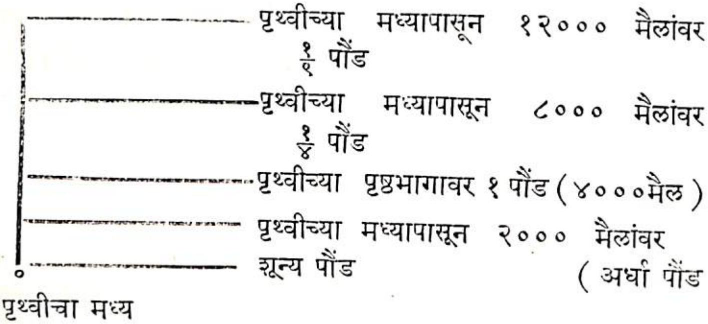
आतांच वर सांगितलें कीं पृथ्वीचें वजन अमूक आहे. आपण व्यवहारांत नेहमीं अनेक पदार्थांचें वजन केलेलें पाहतों, वजन करणाऱ्या यंत्रावर उभे राहून आपण आपलें स्वतःचेंहि वजन करतों व म्हणतों कीं, " माझें वजन १०० पौंड भरलें. " पण पौंड म्हणजे व्यवहारांत सामान्यतः मान्यता मिळालेलें व तुलनात्मक वजन दाखविणारें एक प्रमाण. तेव्हां पौंड म्हणजे खरोखरी वजन नव्हे. तर मग वजन म्हणजे काय ?

'**वजन म्हणजे एखाद्या वस्तूवर झालेल्या पृथ्वीच्या आक-र्षणाचा परिणाम (गुरुत्वाकर्षण) मोजण्याचें एक साधन**' अशी 'वजन' या शब्दाची व्याख्या आहे. आपल्या खालची पृथ्वि समजा अकस्मात् रीतीनें नाहींशी झाली तर आपल्याला मुळीं वजनच राह-णार नाहीं. (मात्र चंद्र सूर्यादिंच्या आकर्षणाचा अल्पसा परिणाम त्यावेळीं होऊन त्या प्रमाणांत कांहीं वजन होईलहि; पण त्या गोष्टीचा या ठिकाणीं मुद्दाम विचार करावयाचा नाहीं). याउलट आहे या द्रव्यांच्यापेक्षां निराळ्या पण मुख्यतः जड द्रव्यांची, उदा० शिशाची पृथ्वि असती तर आपलें वजन सध्यां आहे त्यापेक्षां अधिक भरलें असतें, आणि जर टिन-सारख्या हलक्या द्रव्याची असती तर त्याच्या आकर्षणाचा परिणाम आपल्या

शरीरावर किंवा प्रत्येक वस्तूवर कमी झाला असता, म्हणजे आहे त्यापेक्षां आपलें शरीर किंवा इतर वस्तु पृथ्वीच्या मध्याकडे कमी प्रमाणांत ओढल्या गेल्या असत्या व अर्थातच सर्वांचें वजन कमी भरलें असतें.

आकर्षणशक्ति, अंतर व वजन.

एखाद्या वस्तूची आकर्षणशक्ति त्या वस्तूच्या केवळ कमीअधिक द्रव्यावर नाहीं, तर त्याबरोबरच त्या वस्तूपासून ओढल्या जाणाऱ्या वस्तूच्या कमीअधिक अंतरावर आहे. अंतर जसजसें जास्त असेल तसतशी आकर्षण-शक्ति कमी होते म्हणजेच आकर्षणशक्तीचा परिणाम कमी होतो म्हणजेच वजन कमी होत जातें. समजा, आपण सध्यांपेक्षां दहा मैल खोल जाऊं शकलों आणि आपलें स्वतःचें तेथें वजन केलें तर तें सध्यांपेक्षां जास्त भरेल. याउलट आपण पांच मैल उंचीवर जाऊन तिथें वजन केलें तर तें सध्यांपेक्षां कमी भरेल.



या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें पृथ्वीच्या मध्यावर असलेल्या एकाद्या वस्तूचें वजन ० पौंड भरतें. कारण त्या वस्तूवर त्या ठिकाणीं पृथ्वीचें आकर्षण मुळींच असत नाहीं. त्यानंतर पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे जसजशी ती वस्तू येईल तसतशी ती पृथ्वीच्या मध्यभागाकडे ओढली जाईल व वजन वाढूं लागेल. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येईपर्यंत आकर्षणशक्ति वाढतच राहील व तीमुळें त्या वस्तूचें वजन १ पौंडापर्यंत वाढेल. पण यानंतर वस्तू पृथ्वीपासून जसजशी दूर जाईल तसतशी पृथ्वीची आकर्षण-

शक्ति कमी होईल म्हणजेच त्या वस्तूचें वजन कमी भरूं लागेल. (ही आकर्षणशक्ति अंतराचा वर्ग जसा वाढत जाईल तशी कमी होत जाते असा नियम आहे. ४×४=१६. १६ हा ४ चा वर्ग होय.)

पृथ्वीवरील पाणी आणि जमीन.

मागें ९०–९१ पृष्ठावर खंडें कशीं पडत गेलीं हें सविस्तरपणें सांगितलेलें आहेच. त्यावरून सहज लक्षांत येईल कीं, एक काळ असा होता, कीं दक्षिण अमेरिकेच्या दक्षिण टोंकापासून निघून चालत उत्तर अमेरिका, कॅनडा, ग्रीनलंड, युरोप व नंतर आशिया खंडांत शिरून चीनच्या पूर्व किनाऱ्यापर्यंत जातां येणें शक्य होतें; पण पुढें भूभाग विलग होत जाऊन ९१ पृष्ठावरील सर्वांत खालच्या चित्रांत दाखविल्याप्रमाणें पृथ्वीच्या भूभागाचीं खंडें पडलीं. हीं खंडें कोणतीं व केवढीं आहेत हें त्यांच्या नांवांसह ८१ पृष्ठावर सांगितलें आहेच.

हा सर्व भूभाग एके काळीं पाण्याखालीं होता. अमेरिकेंतील रॉकी पर्वत किंवा हिंदुस्थानांतील विश्वविख्यात हिमालय पर्वत यांच्या कांहीं भागांत समुद्रांत सांपडतात त्याचप्रमाणें शंख आणि शिंपले सांपडतात यावरून हे पर्वतहि एकेकाळीं समुद्राच्या पाण्याखालीं होते हें सिद्ध होतें. तसेंच समुद्रांतील जमिनीवर भूभागावरचा गाळ सांचत राहून अनेक थर निर्माण होतात. जसजसे अनंत थर निर्माण होतात तसतसा त्यांचा दाब खालच्या थरावर बसून ते घट्ट एकमेकाला चिकटून बसतात व पुढें त्यांचे खडक बनतात. असे हे थरावर थर बसत असतांना वहात आलेले प्राणी (किंवा त्यांचे भाग) व वनस्पती दोन थरांमध्यें सांपडून गाळाच्या थरांमध्यें एकजीव होऊन जातात. मात्र त्यांच्या आकाराची खूण या थरांच्या एका बाजूस कायम राहतेच. आणि अशा खुणा ज्या खडकांत सांपडतात तो खडक अर्थातच एके काळीं पाण्याखालीं असला पाहिजे हें उघड होतें. अशा या खडकांच्या थरांमध्यें राहिलेल्या प्राचीन प्राण्यांच्या किंवा वनस्पतींच्या शेष भागाला इंग्रजींत ‘ फॉसिल ’ (Fossil) म्हणतात. मराठींत ‘ उत्खात ’ किंवा ‘ **प्रस्तरिल** ’ असें म्हणतात.

गाळ सांचून खडक कसा बनत असेल यासंबंधीं घरीं एक साधा प्रयोग करून माहिती करून घेतां घेईल. एक स्वच्छ कांचेचा ग्लास घ्यावा. त्यांत तुळशींतील किंवा बागेंतील मऊ माती सुपारीएवढी घालून तो ग्लास स्वच्छ पाण्यानें भरावा व चमच्यानें ढवळून सर्व माती पाण्यांत विरघळवावी. नंतर तो ग्लास ठेवून द्यावा. पाण्यांतील मिसळलेली माती ग्लासाच्या तळाशीं हळूं हळूं बसूं लागेल व वरचें पाणी स्वच्छ होऊं लागेल. अशा रीतीनें कांहीं वेळानें पाणी स्वच्छ झाल्यावर चिमटींत कोरडी माती घेऊन ग्लासमध्यें हळूं हळूं सोडा. म्हणजे या मातीचे थर कसे बसतात व एकाच ठिकाणीं जास्त थर बसत गेले म्हणजे उंचवटे कसे निर्माण होतात हें कळून येईल.

खंडांचीं नांवें कशीं पडलीं ?

युरोप, आशियादि खंडें कशीं निर्माण झालीं हें मागें आलेंच आहे. आतां त्यांचीं नांवें कशीं पडलीं तें पाहूं. पूर्वी आपला हिंदुस्थान हा एक स्वतंत्र खंड म्हणूनच ओळखला जात असे व त्याला ' भरतखंड ' असें म्हणत. पण आतां हिंदुस्थान हा आशिया खंडांतील एक भाग मानतात.

युरोप हें नांव सेमेटिक भाषासंघांतील (म्हणजे हिब्रू, अरेबिक, फिनीशन इत्यादि भाषा) शब्दापासून निर्माण झाले असावे; व त्याचा अर्थ ज्या प्रदेशांत सूर्य मावळतो तो प्रदेश असा असावा. **आशिया** हें नांव मध्य आशियांतील असीरियन लोक सूर्य ज्या प्रदेशांत उगवतो त्या प्रदेशास 'असू' म्हणत असत त्यावरून निघालें असावें असा एक तर्क आहे. **आफ्रिका** खंडाला ग्रीक-रोमन कालापूर्वीपासून लिबिया असें नांव होतें. आजहि उत्तर आफ्रिकेंत मोरोक्को व इजिप्त यांच्यामध्यें इटलीच्या ताब्यांत लिबिया नांवाचा प्रदेश आहे. आणखी एका कल्पनेप्रमाणें बर्बर नांवाच्या एका टोळीच्या नांवावरून आफ्रिकिया हें नांव प्रथम पडलें व नंतर **आफ्रिका** हें नांव पडलें असावें असें वाटतें. फ्लॉरेन्सच्या अमेरिकस नांवाच्या व्यापारी खलाशानें **अमेरिका** खंड शोधून काढलें अशी एका जर्मन शास्त्रज्ञाची समजूत होती म्हणून त्यानें या चवथ्या खंडाला अमेरिकसच्या

नांवावरून **अमेरिका** हें नांव दिलें. दक्षिणेकडील भूप्रदेश किंवा टेरा ऑस्ट्रेलियस या नांवानें ओळखला जाणारा प्रदेश आहे अशी कित्येक शतकें समजूत होती. पुढें तें खंड सांपडलें तेव्हां त्याला **ऑस्ट्रेलिया** हें नांव दिलें. दक्षिण ध्रुव प्रदेशाला इंग्रजींत 'अंटार्टिक रीजन्स' असें नांव आहे. त्यावरून दक्षिणध्रुवप्रदेशांत असलेल्या भूप्रदेशास **अंटार्टिका** असें नांव पडलें.

पृथ्वीचा बदलणारा पृष्ठभाग

धुकें, पाऊस व वारा यांमुळें डोंगर पर्वतांचीं शिखरें सारखीं धूपून जात आहेत. याशिवाय हिमनद्या (बर्फाच्या नद्या) वाहात असतांना (त्यांतील बर्फ सरकत असतांना) खालच्या जमिनीचे ओरखडे काढतात. बर्फ वितळूं लागलें कीं ओरखड्यामुळें सुटलेला जमिनीचा भाग जोरानें ढकलला जातो व आणखी फाटतो, नंतर बर्फाचें पाणी झालें कीं या पाण्यांत तो विरतो व पाण्याबरोबर वाहात जातो. नद्या आपल्या पाण्याबरोबर आणलेला गाळ आपल्या दोन्ही तीरांवर पुराच्या दिवसांत फेकतात, नदीच्या तळाशींहि गाळ सांचत जाऊन तिचें पात्र उथळ होत जातें. लहान ओहोळ, ओढे हेंच कार्य लहान प्रमाणांत करीत असतातच. याशिवाय सूर्याचें ऊनहि उष्णतेनें खडक तापवितात, सूर्यानंतर सुटणाऱ्या गार वाऱ्यानें पुन्हां ते खडक थंड होतात व ही क्रिया सतत चालू राहिल्यावर कठिण खडकहि फुटतात. अशा रीतीनें पृथ्वीचा पृष्ठभाग सारखा बदलत आहे.

पृथ्वीवरील वाळवंटें व ओसाड प्रदेश.

हा पुढचा नकाशा पाहा. यांत पृथ्वीवरील मोठीं वाळवंटें दाखविलीं आहेत. उत्तर आफ्रिकेंतील 'सहारा' या नांवानें ओळखलें जाणारें जगांतील सर्वांत मोठें वाळवंट आहे. हें वाळवंट एकूण २,०००,००० चौरस मैल पसरलें आहे. सहाराच्या पूर्वेस इजिप्तचा थोडा भाग व तांबडा समुद्र सोडला कीं लगेंच आणखी एक मोठें वाळवंट सुरू होतें. या वाळवंटांत सीरिया, इराक व अरबस्थान एवढा भाग येतो. वरील तीन्हीच्या तीन्ही देश सर्वच्या सर्व वाळवंट आहेत असें नव्हे, तर त्यांतला बराच भाग वाळ-

वंटाचा आहे. उत्तर अमेरिकेंतील कोलोराडो वाळवंट हें पॅसिफिक समुद्राच्या बाजूस असून त्यानें हजारों चौ. मैल एवढा प्रदेश व्यापला आहे. ऑस्ट्रेलियांतहि फार मोठें वाळवंट आहे.



तिरप्या रेघांनीं दाखविलेला भाग वाळवंटांचा असून काळ्या रेषेनें गोबी व ग्रेट अमेरिकन डेझर्ट (कोलोराडो वाळवंटासह) दाखविलें आहे.

सहारा व गोबी या दोन प्रख्यात वाळवंटांत कित्येक शहरें वाळूखालीं पुरलीं गेलीं असल्याचें आढळून आलेलें आहे. एवढेंच नव्हे तर सहारा वाळवंटाच्या जागीं एके काळीं प्रचंड अरण्यें होतीं असें संशोधकांचें निश्चित मत आहे. गोबीच्या वाळवंटांतहि पुरलीं गेलेलीं अनेक शहरें असून त्या भागांत एकेकाळीं लक्षावधि लोक सुखासमाधानानें राहात होते. अरबस्तान, इराक, सीरिया या देशांतसुद्धां पुष्कळ ठिकाणीं इतिहाससंशोधकांनीं उत्खनन (पुरल्या गेलेल्या शहरांवरील वाळू व माती काढून टाकणें) केलेलें असून त्यांना पुरलीं गेलेलीं अनेक शहरें सांपडलेलीं आहेत. यावरून एक गोष्ट स्पष्ट होते ती ही कीं, हीं वाळवंटें एके काळीं सुपीक होतीं.

हें असें कसें होतें ?

आरंभीं एखाद्या भागांत वाळू असते. सोसाट्याच्या वाऱ्याच्या तडाख्यांत वाळू सांपडली कीं ती वाऱ्याबरोबर उडत या ठिकाणाहून त्या ठिकाणीं जातें व ज्या ठिकाणीं वादळ शांत होईल त्या ठिकाणीं ती बसूं लागते. वाळूचीं वादळें झालीं कीं वाऱ्याबरोबर वाळू तीन मैल उंच उडूं

शकते असें पाहण्यांत आलें आहे. एवढ्या एका गोष्टीवरून या वादळांचें सर्वनाशक स्वरूप लक्षांत येईल. समजा, त्या ठिकाणीं अरण्य किंवा शहर असेल तर ही वाळू तें अरण्य किंवा शहर पार बुजवून टाकतें. अरण्य बुजलें गेलें कीं पावसाचें मान कमी होतें. पाऊस कमी झाला कीं एकंदरींत हवामान अधिक उष्ण होत जाते. त्याचा परिणाम पुन्हां पाऊस कमी होण्यावर होतो व नवीन झाडी किंवा वनस्पती जीव धरूं शकत नाहीं. वनस्पती किंवा झाडी आपल्या मुळांकरवीं माती धरून ठेवते, पण ही गोष्ट झाडी नाहींशी झाल्यानें होऊं शकत नाहीं. त्यामुळें माती मोकळी होऊन वाऱ्याबरोबर इकडून तिकडे जाते. तीव्र उष्णतेनें व रात्रीं पडणाऱ्या कडक थंडीनें डोंगर व खडक फुटतात. वाळूच्या व वाऱ्याच्या आघातांनीं त्यांचें बारीक तुकडे बनत शेवटीं त्यांचीहि वाळू बनते. अशा रीतीनें वाळवंटाचा प्रदेश वाढत जातो. सोसाट्याचा वारा सुरू झाला कीं वाळूचे डोंगरच्या डोंगर त्यांत सांपडून त्यांची सर्व वाळू इकडून तिकडे जाते; मग लहानसहान टेकड्या इकडच्या तिकडे होत असतील यांत तर कांहींच नवल नाहीं. यामुळें निश्चित खुणांचा रस्ता वाळवंटांतून सांपडणें कठीण जाते; आणि म्हणूनच वाळवंटांतून प्रवास करणाऱ्या सांडणीस्वारांना आपला रस्ता ताऱ्यांच्या स्थानावरून दिशा ठरवून काढावा लागतो.

सहारा वाळवंटांत दुपारीं उष्णता १४०° फॅ.पर्यंत चढते. हिंदुस्थानांत उन्हाळ्यांत ११२° ते ११८° पर्यंत उष्णता चढणाऱ्या शहरांतून उष्णतेच्या तडाख्यानें माणसें मेल्याचें दरवर्षी ऐकूं येते; मग १४०° फॅ. उष्णता ज्या ठिकाणीं असतें त्या ठिकाणीं जगणें कसें अशक्य होत असेल तें सहज लक्षांत येईल. सहारा वाळवंटाचा बराच भाग फ्रान्सच्या अंमलाखालीं आहे. या वाळवंटांत अनेक हिरवळी (Oasis) म्हणजे थोडीबहुत झाडी, व पाणी असलेले लहानसे भूभाग अद्याप आहेत. त्या ठिकाणीं थोडी मनुष्यवस्तीहि आहे. मानवी व्यवहार व व्यापार हे असल्या वाळवंटांतूनहि चालू असतातच. त्यासाठीं अशा हिरवळींचा किती उपयोग होत असेल याची सहज कल्पना येईल. दिवसां वाळू तापून जाते त्यामुळें डोक्यावरच्या सूर्याच्या उष्णतेंत तापलेल्या वाळूच्या उष्णतेची भर पडते त्यामुळें प्रवास

करणें अशक्य होतें. वाळू अगदीं लवकर तापते तशी ती लवकर थंड होते. त्यामुळें रात्रीं दिवसाच्या उलट प्रकार होतो. अगदीं कडाक्याची थंडी पडते. इतकी कीं कित्येक वेळीं थंडीनेंच मृत्यु येतो. तरीपण संध्याकाळीं, रात्रीं व पहांटेस वाळवंटांतूनहि प्रवास करणें शक्य होतें. या सहारा वाळवंटांत एके काळीं ५०,००० मनुष्यवस्तीचीं कित्येक शहरें होतीं व नीग्रोंचें साम्राज्य होतें हें आज कोणाला सांगितलें तर खरेंदेखील वाटणार नाहीं.

सहारा जलमय करण्याची कल्पना

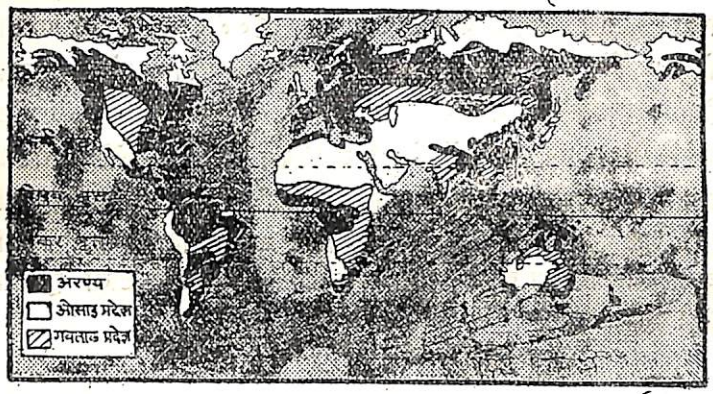
सहारा वाळवंटाचा कांहीं भाग समुद्रसपाटीपेक्षां (विशेषतः सहाराच्या उत्तरेस असलेल्या भूमध्यसमुद्रापेक्षां) खालीं असल्यामुळें व ईशान्येकडून नैऋत्येकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांच्यामुळें अल्जीरिया, ट्रिपोली व पूर्वेकडील कांहीं भागांतील वाळू या वाऱ्याबरोबर उडून पश्चिमेकडे जात असून हा भाग आस्ते आस्ते खोल बनत चालला आहे. तेव्हां याचा फायदा घेऊन भूमध्यसमुद्रांतील पाणी कालवे काढून या खोल भागांत सोडावें अशी एक कल्पना होती. पण हें फार खर्चाचें काम आहे. त्यामुळें सहारा वाळवंटाचा भाग ज्या फ्रान्स आणि इटली या दोन राष्ट्रांत विभागला गेला आहे, त्या दोन्ही राष्ट्रांनीं अद्याप ही योजना हातीं घेतलेली नाहीं आणि चालू युद्धाच्या खर्चामुळें आणखी ५० वर्षें तरी त्यांना ती गोष्ट शक्य होईल असें दिसत नाहीं. तरी पण जर ही योजना प्रत्यक्षांत उतरली तर सहारापैकीं पुष्कळ भाग कांहीं दिवसांनीं तरी बराच सुधारेल व मनुष्यवस्तीला योग्य होत जाईल अशी आशा वाटते.

हिंदुस्थानांतील कच्छचें रण हें असेंच एक प्रख्यात वाळवंट आहे.

ओसाड प्रदेश किंवा रुक्ष प्रदेश.

वाळवंट किंवा वालुकामय प्रदेशाची माहिती आतांच सांगितली. आतां ओसाड प्रदेशासंबंधींची माहिती पाहूं. वाळवंट हें सुद्धां ओसाड प्रदेशच होत. तरी पण वाळवंटांव्यतिरिक्त पण निर्जन किंवा मनुष्यवस्तीस अत्यंत गैरसोईचा जो प्रदेश तो ओसाड प्रदेश होय. उत्तर व दक्षिण

ध्रुवप्रदेशाच्या भोंवतींचा जो अफाट भाग आहे तो ओसाड आहे. वर्षभर सर्वत्र बर्फच बर्फ असल्यामुळें सतत थंडी असते. त्यामुळें व कोणत्याहि प्रकारची वनस्पती त्या ठिकाणीं उगवत नसल्यामुळें मनुष्यप्राणी किंवा पशू सामान्यतः या भागांत जिवंत राहूं शकत नाहीं.



कांहीं भाग असे असतात कीं त्या ठिकाणीं हवा समशीतोष्ण किंवा थंड पण मनुष्यास राहतां येण्याजोगी असली, आणि भूप्रदेश जरी वालुकामय नसला तरी पावसाच्या अभावीं तो प्रदेश ओसाडच होतो. उदाहरणार्थ– तिबेटचा बराचसा भाग. गोबीचें ओसाड मैदान बरेचसें असेंच आहे. या गोबीच्या मैदानांत एके काळीं अनेक मोठीं शहरें होतीं, नद्या वहात होत्या, व राज्यें चालत होतीं; पण दिवसेंदिवस पावसाचें मान कमी झालें, थंडी वाढली व वाळवंट वाढलें, त्यामुळें जवळजवळ ३००,००० एवढा मुलूख ओसाड झाला. कलहारी नांवाचें दक्षिण आफ्रिकेंतील एके काळचें ओसाड मैदान आतां वाळवंट बनलें आहे.

अमेरिकेंतील संयुक्त संस्थानांत ज्या वेळीं युरोपियन वसाहतवाले नवीन वसाहती करूं लागले त्यावेळीं त्यांनीं भराभर झाडी तोडून जंगलेंच्या जंगलें नाहींशीं केलीं व त्या ठिकाणीं नवीन शहरें व शेतें दिसूं लागलीं. शिवाय इमारतीच्या लांकडाचा व्यापार जोरांत चालत असल्यामुळें भराभर जंगलें तोडलीं गेलीं; पण गेल्या दोनशें वर्षांत यामुळें पावसाचें प्रमाण कमी कमी

होत जाऊन शेतें पिकेनाशीं झालीं. झऱ्यांना, विहिरींना, नद्यांना पुरेसें पाणी मिळेना आणि त्यामुळें उष्णता वाढत चालली. माती धरून ठेवण्यास आवश्यक अशी वनस्पती, अरण्यें, नद्या, ओढे इत्यादि कमी झाल्यानें माती जमिनीपासून सुटून वाऱ्याबरोबर उडून जाऊं लागली. शेवटीं १९२० मध्यें तर प्रचंड वादळ होऊन त्यांत वाऱ्याबरोबर मातीहि उडून जें प्रचंड धुळीचें वादळ झालें त्यांत १७२,९००,००० एकर एवढा प्रदेश धुळीनें माखून गेला. या वादळानें १५०० मैलांचा प्रदेश व्यापला होता. हजारों लोक व लाखों पशू प्राणास मुकले व सुमारें १०० कोट रुपयांचें एकूण नुकसान झालें. तेव्हां अमेरिकन सरकारचे डोळे उघडले व या सर्व अनर्थांची चौकशी होऊन या भागांत पुन्हां सरकारसंरक्षणाखालीं १०० मैल रुंदीचें व १००० मैल लांबीचें अरण्य निर्माण करण्यासाठीं स्वतंत्र खातें निर्माण करून नाना तऱ्हेच्या वृक्षांच्या लागवडीला सुरवात झाली आहे.

पृथ्वीचे नैसर्गिक विभाग

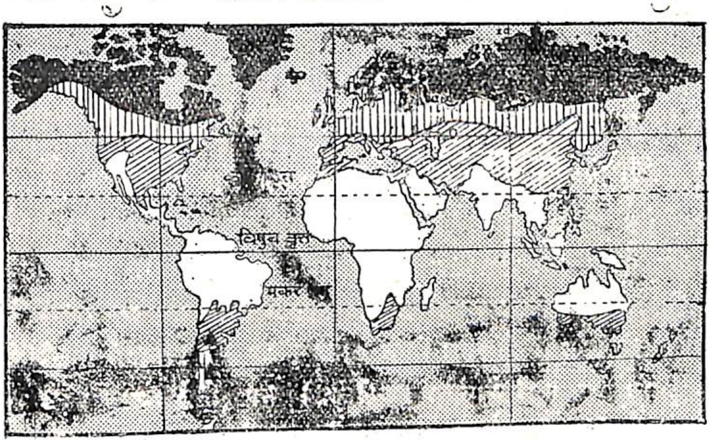
विषुववृत्त, कर्कवृत्त, मकरवृत्त, ध्रुववृत्त, इत्यादि वृत्तें किंवा ध्रुव-प्रदेश, रेखावृत्तें इत्यादि जे काल्पनिक विभाग पृथ्वीच्या अभ्यासाच्या दृष्टीनें पाडले आहेत त्यांची माहिती पूर्वीं आलीच आहे त्यामुळें पृथ्वी-संबंधींच्या कितीतरी गोष्टींची निश्चित माहिती मिळवतां येते व तिच्या आधारावर कांहीं अनुमानें काढतां येतात वगैरे गोष्टी कळून चुकल्या आहेत. या ठिकाणीं पृथ्वीवरील वनस्पतिसृष्टीचा सर्वसाधारणपणें विचार करून जे विभाग निसर्गानेंच पाडलेले आहेत त्यांचा विचार करावयाचा आहे.

विभाग पहिला—या विभागांत पृथ्वीच्या विषुववृत्तावरील दाट अरण्यांचा प्रदेश येतो. विषुववृत्तावर विपुल पाऊस पडतो व सूर्यकिरणेंहि विपुल प्रकाश आणि उष्णता देतात, यामुळें विविध प्रकारच्या वृक्षवेलींच्या वाढीस फार मोठें सहाय्य होतें. वृक्षवेलींचीं अरण्यें दाट असल्यामुळ त्यांतून वाट काढणें अशक्य होते. कित्येक ठिकाणीं जमिनीपर्यंत सूर्यप्रकाशहि पोंचत नाहीं.

दक्षिण अमेरिकेंतील अमेझॉन नदीचें खोरें, आफ्रिकेंतील कांगो नदीचें खोरें, ब्रह्मदेश, मलाया द्वीपकल्प, सिलोन, जावा, सुमात्रा इत्यादि

बेटें एवढा भूभाग या विभागांत येतो. यांत एबनी, महॉगनी, रबर, सिंकोना इत्यादि वृक्ष प्रमुख आहेत.

विभाग दुसरा—या विभागांत कुरणांचा प्रदेश किंवा गवताळ प्रदेश येतो. विषुववृत्तापासून जसजसे दक्षिणेकडे किंवा उत्तरेकडे जाऊं लागावें तसतसें कमी पाऊस व कमी सूर्योष्णता यांमुळें प्रचंड व उंचच उंच वृक्षांचीं अरण्यें कमीं होत जाऊन कमी उंचीच व पसरट आकारांचे वृक्ष आणि निरनिराळ्या तऱ्हेचे गवत उगवणारे प्रदेश आढळतात. गहूं, मका यांसारखीं धान्यें, फळझाडें व वेल; व जनावरांच्यासाठीं गवत देणारे प्रदेश होत. याच विभागांत म्हणजे **उष्णकटिबंधांत** असलेलीं वाळवंटें व ओसाड प्रदेशहि येतात.



१. काळा भाग बर्फाळ प्रदेश
२. उभ्या रेघांचा भाग शीत कटिबंधाचा
३. तिरप्या रेघांचा भाग समशीतोष्ण कटिबंधाचा
४. पांढरा भाग हा उष्ण कटिबंधाचा

विभाग तिसरा—समशीतोष्ण कटिबंधांतील (मध्यम कटिबंधांतील) प्रदेश. या पट्टयांत कांहीं ठिकाणीं २५ ते ४० इंच पाऊस पडत असल्यामुळें विपुल झाडी किंवा अरण्यें आढळतात. मात्र हीं झाडें

विषुववृत्तावरील वृक्षाइतकीं उंच नसतात. शिवाय या वृक्षांचीं पानें रुंद असतात व हिंवाळ्यांत तीं गळून पडतात. ओक, बीच, इत्यादि वृक्ष यांत प्रमुख आहेत. याशिवाय गहूं, बीट, ओट, बटाटे इत्यादींची विपुल लागवड होते.

याच विभागांत कित्येक ठिकाणीं मुख्यतः कुरणें आढळतात. उत्तर अमेरिकेंतील प्रेअरीज, दक्षिण अमेरिकेंतील पंपाज, रशियांतील स्टेपीज्, आस्ट्रेलियांतील कांहीं भाग व दक्षिण आफ्रिकेंतील वेल्ड हे भाग केवळ गवताच्या कुरणांचे असून येथील गवत ८ ते १० फूट उंच उगवतें. गहूं, ओट व सातू हीं यांतील मुख्य धान्यें होत.

विभाग चौथा—सूचिपर्णी वृक्षांचा प्रदेश. या वृक्षांच्या पानांचीं टोंकें सुईच्या अग्राप्रमाणें असतात. सैबेरिया, उत्तर कॅनडा या देशांत हीं अरण्यें जास्त आहेत.

विभाग पांचवा—उत्तर ध्रुववृत्तावरील प्रदेश. हा प्रदेश वर्षांतून ९–१० महिने बर्फाच्छादित असतो. उन्हाळ्यांत थोडें बर्फ वितळून पाणी होतें. डबकीं व तळीं निर्माण होतात व त्या कांठीं लहानसहान झाडेंझुडपें आढळतात. हा प्रदेश **टंड्रा** या नांवानें प्रख्यात आहे. दक्षिण ध्रुववृत्ता-जवळहि हीच परिस्थिति आहे.

विभाग सहावा—ध्रुवप्रदेश. वर्षभर बर्फाच्छादित व म्हणून ओसाड.

या सर्व विवेचनावरून लक्षांत येईल कीं मुख्यतः पृथ्वीचे नैसर्गिक विभाग तीनच आहेत. ते म्हणजे अरण्यें, गवताळ प्रदेश व ओसाड प्रदेश हे होत. वरील विभागांतील ४, ५ व ६ हे थोडे सूक्ष्म भेद आहेत एवढेंच.

समुद्र

सागर, सिन्धु, रत्नाकर, जलनिधि, सरित्पति इत्यादि समुद्राचीं दुसरीं नांवें सर्वांनीं अनेक वेळां ऐकलीं असतील. यांतलीं पहिलीं दोन नांवें जरी केवळ प्रतिशब्द म्हणून असलीं तरी शेवटचीं तीन नांवें समुद्राच्या अंगचे इतर गुण दाखविणारीं आहेत. समुद्राच्या पोटांत असलेलीं अनंत रत्नें पाहून त्याचें रत्नाकर हें नांव सार्थ वाटतें. जलनिधि याचा अर्थ

पाण्याचा सांठा. पाण्याचा प्रचंड सांठा करण्याची शक्ति असलेला म्हणजेच समुद्र असाहि अर्थ घ्यावयास हरकत नाहीं. सरित्पति म्हणजे नद्यांचा स्वामी, अनेक नद्यांचा स्वीकार करणारा (अनेक नद्या शेवटीं ज्याला मिळून त्याच्यांत विलीन होतात) तो समुद्र असा याचा अर्थ आहे. अशीं विविध नांवें धारण करणारा व ऐश्वर्यसंपन्न समुद्र अंतर्बाह्य कसा आहे तें आतां पाहूं.

समुद्र शब्द उच्चारल्याबरोबर प्रथम जर कशाची आठवण होत असेल तर त्याच्या खारट पाण्याची. आपण रोज खातों तें मीठ या समुद्राच्या पाण्यापासूनच करतात. ८१ पृष्ठावर पृथ्वीवरील मोठ्या सागरांचीं नांवें व त्यांनीं व्यापलेला प्रदेश केवढा आहे यासंबंधीं माहिती दिलेली आहे, पण या सर्व समुद्रांचें पाणी सारखेंच खारट आहे असें नाहीं.

अटलांटिक महासागराचें पाणी सर्वांत जास्त खारट आहे. त्याच्या खालोखाल आपल्या हिंदी महासागराचें पाणी खारट आहे. खारटपणांत पॅसिफिक महासागराचा तिसरा क्रमांक लागतो.

समुद्राचें पाणी खारट कां ?

सर्व विश्वाच्या निर्मितीस जीं ९२ मूलतत्त्वें कारण आहेत त्यांपैकीं कांहीं मूलतत्त्वांचें मिळून समुद्राचें खारट पाणी बनलेलें आहे. आपण जर १००० बारड्या समुद्राचें पाणी घेतलें आणि त्याचें पृथक्करण केलें तर त्यांत फक्त ३५ बारड्या क्षार सांपडतील. म्हणजे १००० भागांत ३५ भाग क्षार असतात. या ३५ भागांपैकीं आपण जें मीठ खातों तें २७ भाग असतें, ४ भाग मॅग्नेशियम क्लोराइड व मग्नगंधक किंवा एप्सम सॉल्ट (हा पदार्थ पांढरा असतो व सौम्य रेचक म्हणून याचा उपयोग होतो) व कॅल्शियम सल्फेट यांचे मिळून ३ भाग व राहिलेला १ भाग पोटॅशियम सल्फेट, कॅल्शम कार्बोनेट व मॅग्नेशियम ब्रोमाइड यांचा असतो.

याशिवाय समुद्र खरा पण तो जर सरोवरासारखा भूवेष्टित असेल तर त्याचें पाणी जास्त खारट असतें. भूमध्यसमुद्र, इराणचें आखात व तांबडा समुद्र यांचें पाणी यामुळेंच जास्त खारट आहे. उत्तर समुद्राचें

पाणी फार कमी खारट आहे, तर बाल्टिक समुद्राच्या उत्तरेच्या भागांत म्हणजे फिनलंडच्या आखातांतील समुद्राचें पाणी मुळींच खारट नाहीं.

समुद्राचा उपयोग

पृथ्वीवरील १४०,०००,००० चौरस मैलांहून अधिक प्रदेश समुद्रानें व्यापला आहे. म्हणजे पृथ्वीचा ¾ भाग समुद्रानें व्यापलेला आहे. एकूण समुद्रापैकीं पृथ्वीच्या उत्तरार्धांत ४३ भाग समुद्र असून दक्षिणार्धांत ५७ भाग आहे.

एवढा प्रचंड भूभाग व्यापणाऱ्या समुद्राचा आपल्याला खरोखर कांहीं उपयोग आहे काय? हो. आहे तर! सूर्याच्या उष्णतेमुळें समुद्राच्या पाण्याची वाफ होऊन ती वर आकाशांत जाते व मेघरूपानें वाऱ्याबरोबर भूप्रदेशावर येऊन त्या ठिकाणीं पावसाच्या रूपानें ही वाफ आपल्या उपयोगी पडते. क्षणभर कल्पना करा कीं, एक वर्ष अजीबात पाऊस पडला नाहीं तर काय होईल? कोट्यवधि जीव पाण्याच्या अभावीं तडफडून मरतील, पिकें येणार नाहींत म्हणून धान्य मिळणार नाहीं, पाऊस नाहीं म्हणून गवत उगवणार नाहीं, गवत नाहीं म्हणून जनावरें मरतील, वृक्षवेली वाळून जातील आणि सर्वत्र उजाड होईल. हा सर्व अनर्थ पाऊस पडतो म्हणून होत नाहीं. तेव्हां या समुद्रांचे आपल्यावर केवढे बरे उपकार आहेत.

दरवर्षी १३ फूट ९ इंच जाडीच्या समुद्राच्या पाण्याच्या भागाची वाफ होते असें एका शास्त्रज्ञाचें म्हणणें आहे. म्हणजे साधारण ५३,०००,०००,०००,००० कोटी घनफूट पाण्याची दरवर्षी वाफ होऊन तेवढें पाणी कमी होतें. यापैकीं बरीचशी वाफ पावसाच्या रूपानें जमिनीवर पडते व कांहीं वातावरणांत विलीन होते. अशा रीतीनें दरवर्षी जरी समुद्र आटत असला तरी त्याला पाण्याचा पुरवठा होण्याचीहि निसर्गानें सोय केलेली आहे. ध्रुवप्रदेशाकडून ज्या हिमनद्या—बर्फाच्या नद्या—समुद्रांत येऊन मिळतात त्या पाण्याचा भरपूर पुरवठा करतात. ग्रीनलंडमध्यें अंदाजे ६००० फूट जाडीचा व ४००,०००चौ. मैल बर्फ पसरलेला असून दरवर्षी येथून बर्फाचे डोंगरच्या डोंगर अटलांटिकमध्यें वितळून जातात. नद्यांचें पाणी शेवटीं समुद्रालाच मिळतें. शिवाय सर्वच पाऊस कांहीं जमिनीवर पडत

नाहीं. पुष्कळसा समुद्रांतहि पडतोच. अशा रीतीनें समुद्राच्या पाण्याचीही देवघेव अखंड आणि लक्षावधि वर्षें चालू आहे.

समुद्राची खोली

आपल्या भूपृष्ठावर जशा डोंगर, टेकड्या आहेत त्याचप्रमाणें समुद्राच्या तळाशींहि डोंगर, टेकड्या आहेत. कित्येक लहानसहान बेटें म्हणजे समुद्राच्या पोटांत दडलेल्या डोंगर पर्वतांचीं शिखरेंच होत. जमिनी-वर जसे कांहीं भाग उथळ, कांहीं उंच व कांहीं खोल आहेत त्याचप्रमाणें समुद्राच्या तळाशींहि आहेत आणि म्हणून निरनिराळ्या समुद्रांची खोली कमी अधिक आहे.

पॅसिफिक महासागराची सर्वसाधारण खोली १४००० फूट आहे. फिलिपाइन्स बेटांजवळ पॅसिफिकची खोली सर्वांत जास्त आहे. एमडेन नांवाच्या जर्मन क्रूझरवरील खलाशांनीं या बेटांच्या पूर्वेस खोली मोजली ती ३५,३०० फूट भरली. अटलांटिक महासागराची सर्वसाधारण खोली १२८०० फूट असून हिंदी महासागराची १३००० फूट आहे. भूमध्य समुद्र साधारणतः ७०० फूट खोलीचा असून, आर्क्टिक महासागर ४००० फूट खोलीचा आहे. इराणचें आखात साधारणतः ८० फूट खोल असून बाल्टिक समुद्र १६५ फूट खोल आहे.

समुद्राची उष्णता

भरती, ओहोटी व लाटा यांमुळें समुद्राचें पाणी कधींहि स्थिर नसतें. यामुळें समुद्राच्या उष्णतेंत दिवसांतून अगदीं थोडा फरक पडतो. दिवसा समुद्रावरील हवेच्या उष्णतेपेक्षां एखाद्या अंशानें समुद्राचें पाणी थंड असतें तर रात्रीं वरच्या हवेपेक्षां एक–दीड अंशानें उष्ण असतें, इतका थोडा फरक पडतो. समुद्राच्या पाण्याला उष्णता मिळते ती मुख्यतः सूर्या-पासून आणि म्हणूनच विषुववृत्तापासून जसजसें उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे जाऊं लागावें तसतशीं सूर्याचीं किरणें तिरपीं पडून उष्णता कमी मिळते. ध्रुवप्रदेशाजवळ तर सहा सहा महिने रात्रच असते आणि दिवस असतांना सुद्धां सूर्याचे किरण फार तिरकस पडल्यामुळें उष्णता फारच कमी मिळते आणि म्हणूनच त्या ठिकाणीं सर्व पाणी बर्फरूपानें पसरलेलें असतें.

पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णताहि थोडीबहुत समुद्राच्या पाण्याची उष्णता वाढवीत असली पाहिजे.

समुद्राच्या पृष्ठभागीं व १२००० फूट खोलीवर त्याची उष्णता मोजली गेली आहे. मध्य अटलांटिकमध्यें पृष्ठभागीं समुद्राच्या पाण्याची उष्णता ७९·२° फॅ. व ३००० फूट खोलीवर ४०° फॅ. एवढी भरते. १२००० फुटांवर ती फक्त ५° फॅ. एवढीच भरते. म्हणजे समुद्राच्या तळाशीं जसजसें जावें तसतसें त्याचें पाणी थंड असतें. नदीच्या एखाद्या डोहांत पोहायला उतरल्यावरहि हाच अनुभव येतो.

पण या उलट परिस्थिति ध्रुववृत्ताशेजारच्या समुद्रांची असते. या ठिकाणीं पाण्यावर बर्फाचा थर असला तरी त्या थराखालच्या पाण्याची उष्णता दोन अडीच अंशांनीं जास्त असते.

इराणच्या आखातांत समुद्राच्या पाण्याची उष्णता ९६° फॅ. असते. या ठिकाणच्या समुद्राचें पाणी सर्व जगांतील समुद्रांतील पाण्यांपेक्षां उष्ण आहे. याच्या खालोखाल तांबडा समुद्र, अरबी समुद्र व बंगालचा उपसागर यांचें पाणी उष्ण आहे.

समुद्राच्या पाण्याचा रंग

समुद्राच्या पाण्याचा रंग निळा असतो. पण उथळ पाणी असेल त्या ठिकाणीं पाण्याचा रंग हिरवा दिसतो. हिरवा रंग पाण्यांतील मिसळलेल्या वाळूच्या कणांमुळें व फ्लँकटन नांवाच्या सूक्ष्म जंतूंच्या घोळक्यामुळें दिसतो. हे जंतू हेंच लहान लहान माशांचें मुख्य खाद्य असतें. उष्णकटिबंधांत येणाऱ्या समुद्रांचें पाणी निळें असतें; आणि विषुववृत्तापासून जसजसें उत्तरेकडे जावें तसतसें समुद्राचें पाणी अधिकाधिक हिरवें दिसूं लागतें. उत्तर समुद्र हिरवागार दिसतो, पण आकाश अभ्राच्छादित असेल त्यावेळीं हाच रंग राखी बनतो. भूमध्यसमुद्राचें पाणी स्वच्छ निळें म्हणून प्रख्यात असून अनेक कवींनीं इटलीच्या किनाऱ्यावर बसून भूमध्यसमुद्राच्या या नीलवर्णाचें अलौकिक सौंदर्य आपल्या कवितांतून वर्णिलेलें आहे. पाणी जितकें निळें तितकें तें पारदर्शक असतें असा एक नियम आहे. एखादी पांढरी बशी अशा पाण्यांत फेंकून ती कितीतरी खोल जाईपर्यंत दिसूं शकते हें प्रत्यक्ष

प्रयोग करून पाहतां येणें शक्य आहे. अटलांटिक महासागरांतील बर्म्यूडा नांवाच्या बेटाच्या शेजारील समुद्रास सारगॅसो समुद्र म्हणतात. येथील पाणी निळें म्हणून प्रख्यात आहे. या ठिकाणीं साडेदहा इंच व्यासाची एक पांढरी बशी समुद्रांत सोडली तेव्हां ती २१६ फूट खोल जाईपर्यंत दिसत होती. इतकें तेथील पाणी पारदर्शक आहे. हीच बशी जर उत्तर समुद्रांत सोडली तर ती साधारणतः ६० फूट खालीं गेली कीं दिसेनाशी होते.

रत्नांचें आगर

समुद्राला रत्नाकर म्हणतात हें मागें सांगितलेंच आहे. रत्नाकर म्हणजे रत्नांची खाण. मात्र या ठिकाणीं रत्न याचा अर्थ केवळ रूढार्थानें न घेतां मौल्यवान वस्तू असाच घ्यावयाचा. मॅग्नेशियम नांवाचा धातू समुद्राच्या पाण्यांत मिळतो. या धातूचे पत्रे, तुळ्या, खांब तयार करून शहरेंच्या शहरें बांधतां येतील असा शास्त्रज्ञांना विश्वास वाटतो. सर्व समुद्रांचे पांचशें भाग केले व त्यांतील एका भागाच्या पाण्यांतून काय काय पदार्थ निघूं शकतील हें पाहिलें तर ३,०००,००० टन मॅग्नेशियम, ६०,०००,००० टन मीठ, १,५००,००० टन सोनें, ४५,०००,००० हून अधिक चांदी व सुमारें दोन कोटी टन सल्फ्यूरिक ॲसिड निघेल. त्याशिवाय आयोडिन व ब्रोमाइडहि विपुल प्रमाणांत मिळेल.

मोतीं

वर सांगितलेल्या मौल्यवान वस्तूंपेक्षां सर्व जगभर माहीत असलेली वस्तू आणि जी कृत्रिम तऱ्हेनें तयार केली तरीहि ती तयार करतांना समुद्राच्या पाण्याचा उपयोग करावाच लागतो अशी वस्तू म्हणजे मोतीं. मोत्यांना तर नवरत्नांत स्थान आहेच. इराणचें आखात, सिलोनजवळील समुद्राचा कांहीं भाग हे मोत्यांच्या उत्पत्तिविषयीं शेंकडों वर्षें प्रख्यात आहेत. याशिवाय न्यू गिनी, हरमीज रीफ नांवाचा पॅसिफिक महासागरांतील भाग हेहि भाग मोत्यांच्या उत्पत्तिविषयीं प्रसिद्ध आहेत. एकेका मोत्याची किंमत १० ते १५ हजार रुपयांपर्यंत होईल अशीं कित्येक मोत्यें समुद्रांतून निघालीं आहेत. आतांपर्यंत समुद्रांतून निघालेल्या सर्व मोत्यांची किंमत करायचें मनांत आणलें तर शेंकडों कोटि रुपयांनीं त्यांची किंमत

करावी लागेल. १९२४मध्यें विकल्या गेलेल्या एका तजेलदार व आंब्याएवढ्या मोत्याची किंमत १० लाख रुपये झाली होती.

कृत्रिम मोतीं करण्यांत जपानी लोकांनीं सध्यां फार प्राविण्य मिळविलेलें आहे. पण जपानी लोकांच्या इतके हुबेहूब व तजेलदार कृत्रिम मोतीं जरी नसले तरी बरेच चांगलें पण कृत्रिम मोती पूर्वींहि तयार होत असत.

पोंवळ्याचे मणि तयार करून तेहि विकले जातात.

भूवेष्टित समुद्र

कास्पियन समुद्र हा संपूर्णपणें भूवेष्टित असून त्यानें १७०,००० चौ. मैल जागा व्यापली आहे. दार्दानेल्सच्या सामुद्रधुनीनें भूमध्यसमुद्रास जोडलेला काळा समुद्र हाहि अशाच प्रकारांत घालतां येईल. काळ्या समुद्राच्या पाण्याच्या पातळीच्यापेक्षां जवळजवळ ८० फूट खालीं कास्पियन समुद्र आहे.

वातावरण, हवा आणि हवामान

हवा म्हणजे काय?

हवा दिसत नाहीं. पण वाऱ्याची झुळूक आली कीं आपल्याला तिचें अस्तित्व स्पष्टपणें कळून येतें. श्वासोच्छ्वास करीत असतांना नाकाखालीं हात धरला तर नाकावाटें हवा आपल्या शरीरांत शिरत असतांना व बाहेर पडतांना हाताला जाणवते. हवेला रंग नाहीं, रूप नाहीं, आकार नाहीं. धुळीचे कण हवेंत मिसळून जोरानें हवेबरोबर उडूं लागले म्हणजे तेवढ्यापुरता त्या हवेला धूसर रंग चढतो.

हवा कशाची बनलेली आहे?

अत्यंत सूक्ष्म कणांकणांची हवा बनलेली आहे. रबरी चेंडूप्रमाणें हे हवेचे कण असतात. हे हवेचे कण सारखे इकडून तिकडे वेगानें फिरत असतात. या त्यांच्या हालचालींत ते एकमेकांवर जोरानें आदळतात, त्यामुळें पुन्हां ते उलट दिशेला किंवा तिरप्या दिशेला वेगानें उसळतात. पुन्हां दुसऱ्या हवेच्या कणावर ते जोरानें आदळतात व पुन्हां या नाहीं तर त्या दिशेला जोरानें

उसळी मारून फिरतात अशी ही त्यांची क्रिया रात्रंदिवस चालू आहे. रबराचे चेंडू जसे जमिनीवर किंवा इतर कोणत्याही पदार्थावर आपटले कीं तात्पुरते दबतात व उसळी मारून वर हवेंत उडाले कीं पुन्हां आपला पहिला आकार घेतात त्याचप्रमाणें हे हवेचे कणसुद्धां लवचिक व पुरेशी जागा मिळतांच पहिली गोल स्थिति धारण करणारे असतात. किंबहुना रबरी चेंडूपेक्षांहि ते अधिक लवचिक असतात.

हे हवेचे सूक्ष्म कण सारखे जोरानें फिरत असतात आणि एका इंचाचा एक हजारांश भाग देखील ते इकडून तिकडे हालण्यापूर्वींच दुसऱ्या-वर आदळतात. यावरून हवेच्या दोन कणांमध्यें जवळजवळ मोकळी जागा नसतेच असें वाटेल, पण खरोखरी तशी स्थिति नसते. हवेच्या सूक्ष्म कणांच्या आकाराच्या मानानें कणाकणांमध्यें कितीतरी मोकळी जागा असते आणि म्हणूनच सायकलच्या ट्यूबमध्यें हवा जोरानें दाबून भरतां येते.

हवा दबते म्हणजे काय होतें ?

वर सांगितलेंच कीं बाहेरची हवा सायकलच्या ट्यूबमध्यें आपण पंपाच्या सहाय्यानें दाबून भरतो. ही हवा आपण पंपाच्या सहाय्यानें एका ठिकाणीं (ट्यूबच्या पोकळींत) जोरानें भरतो म्हणजे मूळ जी हवा ट्यूब-मध्यें असते त्या हवेंतील सूक्ष्म कण बाहेरच्या हवेंतील कणांच्या दाबानें त्या जागेंत ठेचून भरतो किंवा ट्यूबमधें भरल्या गेलेल्या हवेंतील कणामध्यें असलेली पोकळी नवीन हवेच्या कणांनीं भरून काढतो व आंत मोकळी अशी जागा राहूं देत नाहीं.

आतां याच्या उलट क्रिया कशी होते ती पाहूं. ज्या वेळीं ट्यूब-मधील हवा आपण मुद्दाम काढूं किंवा पंक्चर झाल्यामुळें (रबरी ट्यूबला बारीकसें भोंक पडल्यामुळें) ट्यूबमधील हवा फस्स् आवाज करीत पडते त्यावेळीं तिचे कण जे एकत्र ठेचून भरलेले असतात ते मोकळे होतात व पुन्हां सैरावैरा इकडून तिकडे धांवत सुटतात.

थंड हवा आणि उष्ण हवा

उष्ण हवेपेक्षां थंड हवा जड असते आणि म्हणून थंड हवा नेहमीं जमिनीजवळ असते. जसजसे उंच जाऊं लागावे तसतशी हवा उष्ण असते.

पण एक गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे ती ही कीं जमिनीवरील भागापेक्षां उंच भागावर हवा अधिक विरळ व हलकी असते आणि जशी उंची वाढेल तसतशी हवा आणखी विरळ होत जाते.

हवेला वजन आहे काय?

हवेला वजन आहे. एका चौरस इंचाच्या जागेवर (समुद्र-सपाटीला) जी हवा असते तिचें एकूण वजन जवळ जवळ १५ पौंड म्हणजे साडेसात शेर भरतें. एका चौरस इंच जागेवरील हवा म्हणजे तेवढ्या भागावरील आकाशांत जितक्या उंचीपर्यंत हवा आहे तेवढ्या उंचीपर्यंत १ इंच रुंद व १ इंच लांब असा जो उंचच उंच हवेचा स्तंभ (खांब) होईल व त्यामध्यें जेवढी हवा असेल तेवढ्याचें वजन असा याचा अर्थ आहे. याचाच अर्थ असा, कीं समुद्रसपाटीवरील एक चौरस इंच जागेवर हवेचा एकूण १५ पौंड दाब असतो. समुद्रसपाटीवरून जसजसें उंच जावें तसतसें हें हवेचें वजन व दाब कमी होत जातात; कारण त्या उंचीच्या खालीं असलेल्या हवेचें वजन त्यांतून कमी झालेलें असतें.

हा हवेचा दाब सर्व बाजूंनीं सारखाच असतो. हवेचा दाब केवढा आहे हें पाहायचें झाल्यास पुढील प्रयोग करून पाहावा. एखादा टिनचा रॉकेलचा किंवा तेलाचा लहान डबा घ्या. मात्र त्याचें तोंड हवें त्यावेळीं अगदीं थोड्या वेळांत घट्ट बंद करतां आलें पाहिजे. या डब्यांत चहाचा अर्धा पाऊण कपभर पाणी घालून तें उकळा. म्हणजे डब्यांतली हवा बाहेर पडेल. नंतर डबा विस्तवावरून काढून घेऊन झटकन् त्याचें तोंड बंद करून तो थंड पाण्यांत बुचकळा. यामुळें आंतील वाफ थंड होऊन तिचें पाणी होईल व डब्यांत निर्वात जागा तयार होईल. **अशी हवा नसलेली पोकळी डब्यांत निर्माण होतांच (म्हणजे आंतल्या हवेचा दाब नाहींसा होतांच) बाहेरच्या हवेचा दाब सर्व बाजूंनीं बसून डबा वेडावांकडा दुमडून जाईल.**

आपल्या शरीरावरील हवेचें वजन.

एका चौरस इंचाच्या जागेवर १५ पौंड वजन (अगदीं निश्चित वजन १४ $\frac{७}{१०}$ पौंड) असतें. त्याप्रमाणें पाहिलें तर आपण आपल्या शरी-

राच्या लहानमोठ्या आकाराप्रमाणें सदैव चार पांचशें पौंड वजन घेऊन आपले व्यवहार करीत असतों; आणि इतकें प्रचंड वजन आपल्या अंगावर असतांना त्याचा भार आपल्याला वाटत नाहीं याचीं दोन कारणें आहेत. एक कारण असें कीं त्याची आपल्याला संवय झालेली असते. दुसरें कारण असें कीं हा हवेचा दाब सर्व बाजूंनीं सारखाच असतो हें होय.

पाण्याचा दाब आणि हवेचा दाब

समुद्राच्या तळाशीं वावरणाऱ्या लहान मोठ्या माशांवर किंवा इतर पाण्यांवर पाण्याचा एवढा प्रचंड दाब असतो कीं तेवढा दाब जर पृथ्वीवर हत्तीच्या पाठीवर दिला तर तो क्षणार्धांत साफ चिरडून जाईल! पण असें असूनहि मासे समुद्राच्या तळाशीं पाण्याचें वजन सहन करून इकडून तिकडे खुशाल हिंडत असतात! पण यांपैकीं एखादा मासा घेतला आणि कांहीं युक्तीनें एकदम समुद्रावर आणला तर त्याच्यावरील एवढें वजन कमी होऊनसुद्धां तो तात्काळ मरून जाईल! त्याचप्रमाणें समजा मुंबईस राहणारा एखादा मनुष्य एकदम एक दोन मैल उंच असणाऱ्या डोंगराच्या शिखरावर गेला तर त्यालाहि त्रास होईल व त्याच्या नाकांतून रक्त वाहूं लागेल. याचें कारण असें कीं त्याच्या शरीरा-वरील हवेचें बाहेरून असणारें दडपण एकदम कमी होईल व त्यामुळें त्याच्या रक्तांतील हवा मोकळी जागा मिळाल्यामुळें म्हणजेच बाहेरचा दाब कमी झाल्यामुळें एकदम पसरूं लागेल व त्या पसरण्याच्या क्रियेंत हवेचे अत्यंत सूक्ष्म कण नाकांतील पडद्याच्या नाजूक कातडीवर जोरानें आपटून बाहेर पडतील व त्यामुळें पडदा फाटून रक्त वाहूं लागेल.

समुद्राच्या तळाशीं असलेला मासा एकदम समुद्रावर आणला तर तो लगेच कां मरून जाईल हें आतां सांगा पाहूं.

आतां एक गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे ती ही कीं पाण्यावर कितीहि जोराचा दाब पडला तरी पाणी दबून त्याचा आकार लहान होत नाहीं. पण याउलट हवेच्या सूक्ष्म कणावर दाब पडला कीं ते दबतात. आणि याचमुळें जमिनीशेजारीं हवा दाट असते व याउलट उंचीवर हवेच्या सूक्ष्म कणांवर दाब कमी पडत असल्यामुळें तेथें ती विरळ असते.

हवा कशाची बनली आहे ?

कोरड्या हवेचे कोणत्याहि सारख्या मापाचे १०० भाग घेतले तर त्यांत ७८ भाग नायट्रोजन, २१ भाग ऑक्सिजन, ९३/१०० भाग अॅरगॉन, ३/१०० भाग कार्बन डायॉक्साइड, यांशिवाय निऑन, हेलियम, क्रिप्टॉन व झिनॉन हे इतर वायू अगदीं थोड्या प्रमाणांत आहेत.

प्राणवायू अथवा ऑक्सिजन

वर सांगितलें आहेच कीं हवेंत आक्सिजनचें प्रमाण २१ टक्के किंवा २१भाग आहे. याला मराठींत प्राणवायू असें नांव आहे. प्राणवायू या शद्बांतील 'प्राण' या शब्दानेंच त्याचें महत्त्व मानवी जीवनांत केवढें आहे हें लक्षांत येईल. हवेंतील प्राणवायूचें प्रमाण शेंकडा २१ च्या ऐवजीं १८ १/२ झालें तर दिव्याची ज्योत प्राणवायू कमी पडल्यामुळें मालवेल आणि हेंच प्राणवायूचें प्रमाण जर १७ १/५ झालें तर मनुष्याच्या जीवनाची ज्योत मालवेल. आपण श्वास घेतों त्यावेळीं जी हवा नाकावाटें फुप्फुसांत जाते तींत हा प्राणवायू असतोच. फुप्फुसांत गेलेली हवा आणि रक्त ही एका अगदीं नाजूक पडद्यामुळें स्वतंत्रच राहतात; पण या नाजूक पडद्यांतून ऑक्सिजन मात्र पलीकडे शिरतो व रक्तांत मिसळतो.

रक्त आणि प्राणवायु

प्राणवायू किंवा ऑक्सिजन शरीरांत शिरून रक्तांत भिनल्यावर इतर वस्तूंत मिसळून जातो; किंवा तो मिसळत असतांना जळून जातो. अर्थात् हा प्राणवायू जळून गेल्यावर त्यांतील जी टाकाऊ वस्तू किंवा दूषित वायू तो रक्तावाटें पुन्हां फुप्फुसांत परत येतो. तिथें तो रक्त–कणांतून स्वतंत्र होऊन फुप्फुसांतील पोकळींत येतो व तिथून उच्छ्वासाबरोबर बाहेर पडतो.

उच्छ्वासाबरोबर बाहेर पडलेल्या वायूला कार्बन डायॉक्साइड असें नांव आहे. रसायनशास्त्रांत या वायूचा उल्लेख CO_2; असा करतात. यांत कार्बन किंवा कर्ब (मराठींत) व ऑक्सिजन किंवा प्राणवायू हे दोन वायू असतात. कार्बन या शब्दाचें इंग्रजी स्पेलिंग Carbon असें आहे.

त्यांतील पहिलें अक्षर C यांत घेतलें असून ऑक्सिजन (इंग्रजी स्पेलिंग Oxygen) मधील O हें आद्याक्षर घेतलें आहे. २ आंकडा कार्बन डायॉक्साइडमध्यें ऑक्सिजन किती भाग आहे हें दाखविण्यासाठीं योजलेला आहे. तेव्हां आतां हें स्पष्ट झालें कीं कार्बन डायॉक्साइडमध्यें कार्बन १ भाग व ऑक्सिजन २ भाग असतो.

कार्बन डायॉक्साइडच्या जोडीनें आणखीहि एक वायू उच्छ्वासाबरोबर बाहेर पडतो. हा वायू म्हणजे पाण्याची वाफ होय. आपल्या शरीरांत असलेला हायड्रोजन नांवाचा वायू व श्वासाबरोबर जाणारा ऑक्सिजन, यांच्या संयोगामुळें ही वाफ तयार होते. ऑक्सिजन व हायड्रोजन या दोन वायूंच्या मिश्रणानें रक्तांतील पाण्याचें प्रमाण योग्य तेंच राहतें.

हवा आणि कार्बन डायॉक्साइड

मनुष्य व प्राणी यांच्या जीवनाला जसा प्राणवायू अत्यावश्यक आहे तसाच, मेणबत्ती, लांकूड, आगकाडी, धुमी, कोळसा इत्यादि वस्तू जळण्यासाठींहि प्राणवायूची फार जरूरी आहे. अर्थात् ज्वलनक्रिया संपल्यानंतर त्यांतून कार्बन डायॉक्साइड बाहेर पडून हवेंत मिसळतो. अर्थात् ज्याला आपण हवा म्हणतो त्यांत कार्बन डायॉक्साइड असलाच पाहिजे ही गोष्ट उघड आहे. वनस्पतींच्या वाढीलाहि प्राणवायूची आवश्यकता आहे. आंबवणांत व खतांतहि प्राणवायू असतो व या सर्व वस्तू हवेंत कार्बन डायॉक्साइड टाकीत असतात. यावरून असें वाटूं लागेल कीं रोज कार्बन डायॉक्साइड अशा प्रकारें हवेंत सारखा वाढत असल्यामुळें हवेंत त्याचें प्रमाणहि खूप असलें पाहिजे. पण खरोखरी तसें नाहीं. हवेंत फारच थोड्या प्रमाणांत कार्बन डायॉक्साइड असतो आणि हें प्रमाण कमी अधिक होऊं नये म्हणून त्याची जरुरी कांहीं वस्तूंना ठेवली आहे. गवत, गहूं, ज्वारी इत्यादींचीं पिकें, लहान मोठे वृक्ष व वेली हवेंतील CO_2 शोषून घेतात. वृक्ष, वेलींना हा वायू मिळाला नाहीं तर त्या मरून जातील. वृक्षवेलींच्या वजनांपैकीं जवळजवळ निम्में वजन या CO_2 चें असतें.

कारखाने, गिरण्या इत्यादिंमधून जो दगडी कोळसा वगैरे जळतो त्यामुळें, ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळें, मनुष्य व इतर प्राणी यांच्या श्वासोच्छ्वासामुळें हवेमध्यें CO_2 सारखा वाढत असतो. समुद्राच्या पाण्यांत मिसळल्यामुळें व वनस्पतींच्या वाढीसाठीं त्याचा उपयोग होत असल्यामुळें तो कमी होत असतो. हवेमध्यें कार्बन डायॉक्साईडचें प्रमाण किती कमी आहे तें सांगितलेंच आहे. पण एवढा थोडा असणारा हा वायु जर अजीबात नाहींसा झाला तर पृथ्वीवरील उष्णता २०° सेंटिग्रेडनें कमी होईल. म्हणजे आणखी एका दृष्टीनें त्याची फार आवश्यकता आहे.

हवेंतील ओलसरपणा

हवेंतील जो ओलसरपणा असतो तो तिच्यांतील पाण्याच्या वाफेमुळें. पण हवेंत असलेल्या पाण्याच्या वाफेचें जास्तींत जास्त प्रमाण शेंकडा एक भाग इतकें कमी असतें. यापेक्षां सहसा अधिक असत नाहीं. हवा जितकी अधिक थंड असेल तितका त्यांत ओलसरपणा कमी असतो. हिवाळ्यांत ज्या ठिकाणीं अगदीं कडक थंडी असते त्या ठिकाणीं तर हवेच्या शंभराव्या भागाच्या एक तृतियांश एवढीच पाण्याची वाफ असते. आपल्या घरांतील एखाद्या मोठ्या खोलींत किंवा शाळेच्या खोलींत पाण्याची वाफ सर्वसाधारण फक्त हवेच्या शंभर भागास $\frac{1}{2}$ ते $\frac{3}{4}$ भाग एवढीच असते.

ही जी हवेंत असलेली पाण्याची प्रत्यक्ष वाफ तिला **आर्द्रता** (Humidity) असें नांव आहे. दिवसां उष्णतेमुळें पाण्याची वाफ बनून ती हवेंत मिसळते म्हणून थोडी आर्द्रता वाढते. पण रात्रीं हवेंतील पाण्याच्या वाफेचें रूपांतर दंव तयार होण्यांत होऊन हवेंतील आर्द्रता कमी होते. हवेंतील उष्णतामानाबरोबर हवेंतील आर्द्रतेंत फरक पडतो. रात्रीच्या थंड हवेनंतर सकाळच्या उबदार हवेंत पाण्याची वाफ अधिक प्रमाणांत असलेली आढळते. पण उष्णता वाढूं लागली म्हणजे हें आर्द्रतेचें प्रमाण कमी होतें; व पुन्हां संध्याकाळीं उष्णतेचा प्रखरपणा कमी झाला कीं आर्द्रतेचें प्रमाण वाढतें. ही खालील नोंद लक्षपूर्वक पाहा:—

वेळ			हवेचें उष्णता-मान	हवेंतील आर्द्रतेचें शेंकडा प्रमाण
सकाळीं	८ वाजतां	...	८६ फॅ.	६३
सकाळीं	१० वाजतां	...	९३ फॅ.	५४
दुपारीं	१२ वाजतां	...	९७ फॅ.	४२
दुपारीं	२ वाजतां	...	९९ फॅ.	३९
दुपारीं	४ वाजतां	...	१०२ फॅ.	३५
संध्याकाळीं	६ वाजतां	...	९८ फॅ.	३८
रात्रीं	८ वाजतां	...	९६ फॅ.	५०
रात्रीं	१० वाजतां	...	९२ फॅ.	७२

एका शहराचें एका दिवसाचें निरनिराळया वेळचें उष्णतामान व त्यावेळीं असलेलें हवेंतील आर्द्रतेचें (पाण्याच्या वाफेचें) प्रमाण वर दिलें आहे. त्यावरून उष्णतामानाबरोबर हवेंतील आर्द्रता कशी कमी अधिक होते, हें लक्षांत येईल.

हवेंत आर्द्रता कमी असेल तर तीमुळें उन्हाळयाचा कडकपणा सहन होण्यास सहाय्य होतें. उन्हाळयांत दुपारीं उष्णता वाढली कीं आपल्या शरीरांतील रक्त पुष्कळ प्रमाणांत शरीराच्या कातडीकडे धांवतें व त्यामुळें कातडी गरम बनते. कातडी जशी जास्त गरम होत जाईल तशी तींतील उष्णता हवेंत जास्त प्रमाणांत मिसळून जाईल. थंडीच्या दिवसांत शरीरांतील रक्त कातडीकडे फारसें वळत नाहीं आणि म्हणून शरीरांतील उष्णता बरीचशी शरीरांतच राहते व अगदीं हळू व थोड्या प्रमाणांत बाहेर पडते.

वारा

वारा म्हणजे प्रवाही हवा. वारा ज्या वेळीं दोन ठिकाणच्या हवेच्या दाबांत फरक असतो त्यावेळीं निर्माण होतो. ज्या ठिकाणीं हवेचा दाब कमी असतो त्या ठिकाणाकडे हवेचा दाब अधिक असलेल्या ठिकाणाकडून हवा वाहूं लागते. अशी हवा वाहूं लागली म्हणजे वारा वाहूं लागला असें आपण

म्हणतों. पण केवळ हवेच्या दाबांतील कमीअधिकपणामुळें वारा सुटतो असें नसून त्या त्या ठिकाणचें उष्णतामान हेंहि एक कारण हवेच्या दाबाच्या जोडीला असतें. उष्णतेमुळें हवा उष्ण झाली, कीं ती विरळ व हलकी होते व जमिनीपासून वरवर जाऊं लागते. नंतर जड आणि थंड हवा असलेल्या स्थानाकडून हवेचा प्रवाह विरळ व हलक्या असलेल्या स्थानाकडे वाहूं लागतो म्हणजेच वारा वाहूं लागतो.

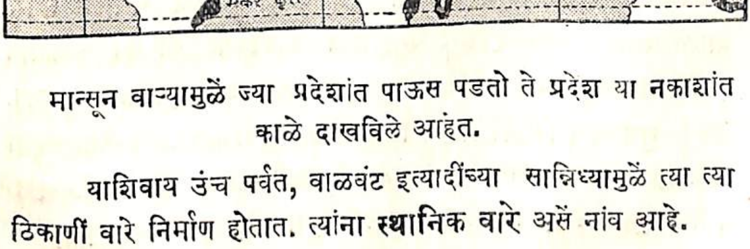
समुद्रकांठीं असलेल्या गांवीं तुम्ही कधीं गेला आहांत काय ? जर कधीं गेला नसाल तर जरूर एकदां जा म्हणजे समुद्र पाहायला मिळेल; शिवाय आणखी कितीतरी नव्या गोष्टी तुम्हांला पाहायला मिळतील. तिथं गेल्यावर दिवसां समुद्रावरून शहराकडे वारा वाहात असलेला तुम्हांला कळून येईल. याचें कारण असें, कीं दिवसां जमीन तापते पण त्या मानानें समुद्र थंडच असतो. म्हणून दिवसां समुद्रावरील थंड हवा किनाऱ्यावरील शहराकडे वाहते. रात्रीं बरोबर उलट प्रकार होतो. समुद्राच्या उष्णतामानांत दिवसां काय किंवा रात्रीं काय फारसा फरक पडत नसतो हें मागें सांगितलेलें आहे, तें तुमच्या लक्षांत असल्यास आतांच सांगितल्याप्रमाणें रात्रीं उलटा प्रकार कां घडतो, हें सहज लक्षांत येईल. रात्रीं किनारा थंड होतो व समुद्राच्या मानानें त्यावरील उष्णता कमी असते म्हणजे रात्रीं जमिनीवरील हवा थंड झाल्यामुळें, समुद्रावरील विरळ व उष्ण आणि म्हणून कमी दाब असलेली हवा समुद्राकडे वाहूं लागते. समुद्राकडून जमिनीकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यास **खारा वारा** व जमिनीकडून समुद्राकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यास **मतलई वारा** असें म्हणतात.

वाऱ्याचे संथ प्रवाह व दिशा

समुद्रावर उष्णतामान, हवेचा दाब वगैरे गोष्टींमध्यें फारसा फरक पडत नसल्यामुळें वारा सतत एकाच दिशेनें व साधारणतः संथपणें वाहात असतो. विषुववृत्ताच्या उत्तरेस व दक्षिणेस असा बराच प्रदेश आहे कीं, त्या ठिकाणीं एकाच दिशेनें संथपणें वारा वाहात असतो. या वाऱ्यांचा पूर्वी शिडांच्या व्यापारी जहाजांना फायदा होत असे म्हणून या व्यापारी खलाशांनीं या वाऱ्यांना '**व्यापारी वारे**' हें नांव दिलें आहे व तेंच रूढ आहे.

केवळ वाऱ्यांच्याच दृष्टीनें पृथ्वीबद्दल विचार करायचा तर पृथ्वीचे ढोबळ मानानें दोन विभाग पडतील. पहिल्या विभागांत उत्तर अक्षांश ३० पासून दक्षिण अक्षांश ३० पर्यंत येणारा विषुववृत्ताशेजारचा भाग. या भागांत वारा पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतो. यानंतर राहिलेला दुसरा भाग म्हणजे ३० उत्तर अक्षांशांपासून उत्तर ध्रुवापर्यंतचा व ३० दक्षिण अक्षांशांपासून दक्षिण ध्रुवापर्यंत प्रदेश. या दोन भागांत पश्चिमेकडून पूर्वेकडे या दिशेनें वारे वाहतात. या वाऱ्यांना **प्रतिव्यापारी वारे** (Prevailing westerlies) असें नांव आहे. उत्तरार्धातील व्यापारी वारे उत्तरेस निर्माण होतात व दक्षिणार्धातील व्यापारी वारे दक्षिणेस निर्माण होतात.

मान्सून वारे—याशिवाय आपल्या दृष्टीनें विशेष महत्त्वाचे वारे म्हणजे मान्सून वारे होत. वास्तविक मान्सून वारे म्हणजे व्यापारी वारेच होत. पण स्थानमहात्म्यामुळें त्यांना हें विशिष्ट नांव पडलें आहे. मान्सून हा शब्द अरबी भाषेंतील असून त्याचा अर्थ ऋतु असा आहे. हे वारे म्हणजे 'खारे वारे' असून नैऋत्येकडून ईशान्येकडे, आग्नेयीकडून वायव्येकडे व आग्नेयीकडून विषुववृत्ताकडे गेल्यावर तेथून वळून नैऋत्य दिशेनें ईशान्येकडे वळणारे असे आहेत. मान्सून पाऊस आणतात म्हणून त्यांचें महत्त्व फार आहे. सोबतच्या चित्रांत मान्सून वाऱ्यामुळें ज्या भूप्रदेशांत पाऊस पडतो तो भूप्रदेश दाखविला आहे.



मान्सून वाऱ्यामुळें ज्या प्रदेशांत पाऊस पडतो ते प्रदेश या नकाशांत काळे दाखविले आहेत.

याशिवाय उंच पर्वत, वाळवंट इत्यादींच्या सान्निध्यामुळें त्या त्या ठिकाणीं वारे निर्माण होतात. त्यांना **स्थानिक वारे** असें नांव आहे.

वाऱ्यांचा उपयोग

वाऱ्यांचे कितीतरी उपयोग आहेत. (१) वारे कोणत्याहि उष्णतामानाची तीव्रता कमी करतात. (२) वारे पावसाचे ढग ओढून आणतात. (३) वाऱ्यांचा उपयोग पवनचक्क्या चालविण्यास होतो. या पवनचक्क्यांमुळें खोल विहिरींतील पाणी उपसणें, पिठाची गिरणी चालविणें अशा प्रकारचीं कामें होतात. हॉलंडमध्यें अशा कितीतरी पवनचक्क्या चालू असून कित्येक तर ५००–६०० वर्षांच्या जुन्या आहेत. या पवनचक्क्यांच्या योगानें गवत कापणें, लांकूड कापणें इत्यादि कार्येंहि होतात.

वाऱ्याचा उपयोग वीज निर्माण करण्याकडेहि करतां येणें शक्य आहे असें वाटल्यावरून मोठ्या पवनचक्क्या तयार करून कांहीं प्रयोग झाले असून ३०–४० अश्वशक्तिएवढी यांत्रिक शक्ति निर्माण करण्यांत यश मिळालेलें आहे.

वाऱ्याचें विध्वंसक स्वरूप

वारा आपल्यावर जसे उपकार करून आपले जीव जगवितो तसेंच तो आपल्या निरनिराळ्या रूपानें उग्र स्वरूप धारण करून जीवहि घेतो, कितीतरी मालमत्तेचें नुकसान करतो, वाऱ्यामुळें अरण्यांतील वृक्ष एकमेकांवर घासून त्यापासून जी आग निर्माण होते ती अरण्येंच्या अरण्यें जाळून टाकते.

चक्रवात (Cyclone) हें त्याचें सौम्य स्वरूप आहे. आपण साध्या वावटळी नेहमीं पाहतों. भोंवऱ्यासारखा वारा आपल्याभोंवतीं फिरत फिरत झपाट्यानें इकडून तिकडे जातो. या वावटळींत पालापाचोळा सांपडला तर झटकन् उडून जातो. यापेक्षां अधिक त्रास असल्या वावटळी देत नाहींत, पण मोठी वावटळ म्हणजे चक्रवात सुरू झाला म्हणजे घराचीं छपरें, वाळत घातलेले कपडे इत्यादि वस्तू त्यांत सांपडल्या कीं हा चक्रवात (चक्रासारखा स्वतःभोंवतीं फिरत जाणारा) त्या उडवून दूर नेऊन टाकतो.

तुफान (Hurricane) किंवा सोसाट्याचा वारा. हा सोसाट्याचा वारा सुटला म्हणजे काय अनर्थ करील हें कांहीं सांगतां येत नाहीं. वृक्षवेली उपटून टाकणें, घराचीं छपरें उडविणें, माणसें, जनावरें उडवून त्यांना

दूर फेंकणें असले प्रकार तुफानांत नेहमींच होतात. तुफान जर मोठें असेल तर त्याचा तडाखा ४००–५०० मैल प्रदेशाला बसतो. तुफानामुळें समुद्रावर १०० फूट उंचीएवढ्या प्रचंड लाटा निर्माण होतात. लहान लहान पडाव, मच्छीमाऱ्या उलथून जातात व लहानसहान जहाजें किनाऱ्यावर चढून जातात. १९२६ मध्यें अमेरिकेंतील फ्लोरिडा संस्थानांत झालेल्या तुफानानें १२०० लोक ठार मारले, कित्येक हजार जखमी केले, शेंकडों घरें पाडलीं व सुमारें २५ कोट रुपयांच्या मालमत्तेचें नुकसान केलें. तुफान इतकें घातकी असूं शकतें.

टोर्नॅडो (Tornado) किंवा **आकाशभोंवरा**–अर्धा पाऊण मैल रुंदीचा व मैल दीड मैल उंच असा हा प्रचंड चक्रवात स्वतःभोंवतीं फिरत २० ते ५०० मैलांच्या वेगानें व सामान्यतः पश्चिमेकडून पूर्वेस या दिशेनें जात असतो. या भोंवऱ्याचा जोर एवढा असतो कीं मैल दोन मैल माती, वाळू वगैरे पदार्थ तो गरगर फिरवीत नेतो. या आकाशभोंवऱ्याच्या तडाख्यांत समुद्र आला तर समुद्राचें पाणीहि ४००–५०० फूट गरगर फिरवितो. अशा या प्रचंड शक्तीच्या आकाशभोंवऱ्याच्या तडाख्यांत माणसें सांपडलीं तर मृत्युशिवाय त्यांची सहसा सुटका व्हायची नाहीं. मालमत्तेचें नुकसान किती होईल याची कल्पनाच केलेली बरी. हा आकाशभोंवरा एका ठिकाणीं साधारणतः एक मिनिटापेक्षां अधिक वेळ राहात नाहीं. आकाशभोंवरे उत्तर अमेरिकेंत अनुभवास येतात.

हवामान

हवामान म्हणजे एका ठिकाणीं कांहीं दिवस मिळून असलेली हवेची सामान्य स्थिति. एखाद्या ठिकाणचें हवामान हवेंतील आर्द्रता, उष्णता, हवेंतील प्रकाशकिरण, हवेची गति, हवेचे रासायनिक गुणावगुण, हवेंतील विद्युत् इत्यादि गोष्टींवर अवलंबून असतें. सर्व पृथ्वीच्या दृष्टीनें विचार केल्यावर पृथ्वीच्या निरनिराळ्या ठिकाणचें हवामान ठोकळ मानानें कसें आहे हें पृथ्वीच्या शीतोष्ण कटिबंधासंबंधीं विचार करतांना सांगितलें आहेच.

निरनिराळ्या ठिकाणच्या हवामानांत फरक कां असतो ?

निरनिराळ्या ठिकाणच्या हवामानांत अमूक कारणांमुळें फरक असतो असें सांगणें कठिण आहे; तरी पण त्या ठिकाणीं मिळणारा सूर्यप्रकाश, उष्णता, समुद्रसान्निध्य, वाळवंट किंवा ओसाड प्रदेशाचें सान्निध्य, समुद्र-सपाटीपासूनची उंची, अरण्यांचें जवळपासचें अस्तित्व, त्या त्या ठिकाणची जमीन, पाऊस व वाहणारे वारे इत्यादि गोष्टींमुळें तेथील हवामान बनत असतें. सूर्याची उष्णता भरपूर मिळून पाण्याची वाफ बनणें म्हणजेच भर-पूर पावसाची तयारी होणें या एका महत्त्वाच्या गोष्टीवर हवामानाचा कल बराच अवलंबून असतो हें विसरून चालायचें नाहीं.

पृथ्वीवरील कोरडे व ओले प्रदेश

ॲंग्लो-इजिप्शियन सूडानची राजधानी खार्टूम हें शहर सर्व जगांत कोरडें ठणठणीत मानतात. या ठिकाणीं पाऊस पडतच नाहीं. कॅमेरून पर्वताचा भाग सर्वांत ओला मानतात; कारण दरमहा सामान्यतः ९३ इंच पाऊस तेथें पडत असतो. नाइल नदीवरील वाडीहाल्फा नांवाच्या प्रदेशांत दहा दहा वर्षांत पावसाचा थेंब पडत नाहीं. हवाई बेटांतील एका पर्वतावर दर वर्षी सरासरी ५८० इंच पाऊस पडतो.

हिंदुस्थानांतील आसाम प्रांतांतील चेरापुंजी या शहरीं जगांतील सर्वांत जास्त पाऊस पडतो. तसेंच हिंदुस्थानांतील सर्वांत कडक उन्हाळा जाकोबाबाद या शहरीं असतो.

उत्कृष्ट हवामान कोणतें ?

आपल्या शरीराची शरीरांत जरूर तेवढी उष्णता राखण्यासाठीं व जास्त होत असल्यास ती काढून टाकण्याची सारखी धडपड चालू आहे. अर्थात् ज्या उष्णतामानांत हा त्रास कमी पडेल तें उष्णतामान सर्वांत चांगलें असें म्हटलें पाहिजे. डॉक्टरनीं अडीच हजार मजूर, कारकून, शिक्षक इत्यादि निरनिराळ्या व्यवसायांतील लोकांना निरनिराळ्या कमी अधिक उष्ण हवेंत काम करायला लावून कोणाला कोणतें हवामान

मानवतें यासंबंधीं संशोधन केलें आहे. त्यांच्या मताप्रमाणें ५५° फॅ. हें उष्णतामान बुद्धीचें कार्य करणाऱ्या लोकांना फार मानवतें. शारीरिक श्रम करणाऱ्या लोकांना ५५° फॅ. ते ६५° फॅ. हें उष्णतामान फार चांगलें. याचा अर्थ असा कीं या उष्णतामानांत कामाचा शीण कमी येतो व काम अधिक होतें. ही परिस्थिति अर्थात् युरोप–अमेरिकेंतील आहे. हिंदुस्थानांत अशा रीतीचें संशोधन केल्याचें ऐकिवांत नाहीं. तरी पण हिंदुस्थानांतहि जवळ जवळ याच उष्णतामानांत चांगलें कार्य होईल याबद्दल शंका वाटत नाहीं. कारण हवामान थंड असलें कीं कामाचा उठाव जास्त होतो. आपल्याकडील शेतकऱ्यांच्या दृष्टीनें ऑक्टोबर ते डिसेंबर हे महिने फार गडबडीचे जातात. इकडील क्रिकेटचा मोसमहि ऑक्टोबर ते जानेवारी–फेब्रुवारीपर्यंत चालतो. यांतील मर्म या दिवसांत असणारी थंड हवा हेंच आहे.

पृथ्वीचें हवामान

पृथ्वीचें सरासरी उष्णतामान १६° सें. आहे; पण तें १७५° सें. पर्यंत चढतें व उणें ९०° सें.पर्यंत कमी होतें. तुर्कस्तानांत उष्णतामान फार चढतें तर ग्रीनलंडमध्यें तें फार खालीं उतरतें.

हवामानांतील अशा चढउतारामुळें होणाऱ्या फरकांना तोंड देऊन हें हवामान अंगवळणीं पाडण्यास फक्त मनुष्य आणि कुत्रा हे दोन प्राणीच समर्थ आहेत. विशेषतः गोरे लोक उष्णतामानांतील हे तीव्र फरक सर्वांत जास्त सहन करूं शकतात. यानंतर पीतवर्णी, कृष्णवर्णी व ताम्रवर्णी लोकांचा क्रम लागतो.

वातावरण

वातावरण म्हणजे हवेचें अस्तित्व. पृथ्वीशेजारीं हवा दाट असते व जसजसें वर जावें तसतशी हवा विरळ होत जाते हें मागें अनेक वेळां सांगितलें आहेच. म्हणजे दुसऱ्या शब्दांत याचा अर्थ हा कीं वातावरणाचा दाब पृथ्वीच्या शेजारीं (समुद्रसपाटीवर) जास्त असतो व उंची वाढेल तसतसा कमी होत जातो.

समुद्रसपाटीपासून चौदा मैल उंचीपर्यंत कॅप्टन स्टीव्हेन्स व कॅप्टन ॲन्डरसन या दोघां अमेरिकनांनीं उड्डाण केलें. प्रो. आल्फ्रेड वेगेनर या जर्मन शास्त्रज्ञानें हलक्या वायूनें भरलेलें बलून तयार करून हवेंत सोडून दिलें. हें बलून २२ मैल उंचीपर्यंत पोचूं शकलें. ही उंची त्या बलूनमध्यें असणाऱ्या यंत्रामुळें मोजतां आली.

तुम्ही हिमालयाचें अत्युच्च शिखर जें गौरीशंकर तें गांठण्याचा प्रयत्न करण्यासाठीं अनेक धाडसी युरोपियन लोकांच्या टोळ्या येऊन गेल्याचें कोणाच्या तोंडून ऐकलें असेल. खरोखरी आतांपर्यंत एकहि मनुष्य हें शिखर चढत जाऊन गांठूं शकला नाहीं. पण विमानाच्या सहाय्यानें केलेला प्रयत्न यशस्वी झाला आहे असें म्हणतात. याचें कारण बर्फ, थंडी आणि विरळ हवा हें होय. विरळ हवा असली म्हणजे तींत प्राणवायु कमी असतो आणि प्राणवायु कमी असल्यावर मनुष्याला जिवंत राहतांच येणें शक्य नाहीं. अर्थात् कृत्रिम प्राणवायूचें सहाय्य घ्यावें लागतें.

समुद्रसपाटीपासून ३० मैल उंचीवर समुद्रसपाटीवरील हवेपेक्षां $\frac{१}{१००}$ हवा विरळ असते. ६० मैल उंचीवर ती बहुतेक $\frac{१}{१००००००}$ इतकी विरळ असते. आणि त्याच्यापुढें तर हवा किती विरळ होत जात असेल याची कल्पनाच करतां येत नाहीं. इतकी हवा विरळ होत गेली तरीहि ती पृथ्वीपासून ३०० मैल उंचीपर्यंत असावी असें शास्त्रज्ञांना वाटतें. या ३०० मैलाच्या उंचीवर हायड्रोजन व नायट्रोजन या वायूंचे परमाणू अत्यंत विरळ स्थितींत पसरलेले आहेत असें अगदीं अलीकडच्या संशोधनावरून म्हणतां येतें.

वातावरणांतील मौल्यवान वायू

ॲरगॉन, निऑन, क्रिप्टॉन, हेलियम व झिनॉन हे हवेंतील वायू अत्यंत मौल्यवान आहेत. समुद्राच्या पाण्यांत हवेबरोबर हे वायू मिसळतात. तेव्हां विशिष्ट रासायनिक क्रियेनें समुद्राच्या पाण्यांतील हे वायु काढण्याचें ठरविलें तर हवेंतील त्यांच्या प्रमाणापेक्षां तिप्पट प्रमाणांत ते समुद्राच्या पाण्यांत सांपडतील. हेलियम हा सर्व वायूंत अत्यंत हलका असून तो पेट घेत नाहीं. म्हणून त्याचा उपयोग झेपेलिनसाठीं करतात. यामुळें व

त्याच्या दुर्मिळतेमुळें हेलियमची किंमत फार आहे. अमेरिकेच्या संयुक्त संस्थानांतील कोलोराडो, टेक्सस, युटा या संस्थानांत हा वायु सांपडतो. अमेरिकेशिवाय कॅनडा व रशिया या देशांतहि हेलियम मिळतो. विहिरी किंवा जमिनींतील फटींतून जे वायु बाहेर येतात त्या वायूंतून हेलियम रासायनिक क्रियेनें स्वतंत्र करावा लागतो.

पृथ्वीवरील वातावरण कमी होत चाललें आहे काय?

पृथ्वीच्या आकर्षणामुळें आहे हें वातावरण पृथ्वीवर आहे. चंद्राची आकर्षणशक्ति फार कमी असल्यामुळें चंद्रावरील होती ती सर्व हवा नाहींशी झाली आहे. पृथ्वीची आकर्षणशक्ति चंद्राच्या सहापटीनें जास्त आहे म्हणून पृथ्वीवरील हवा टिकली आहे व पुढेंहि टिकेल. पण पृथ्वीवरील उष्णता कमी होत गेली तर या हवेचें रूपांतर पाण्यांत होईल व हें पाणी शेवटीं बर्फाच्या रूपानें पृथ्वीला वेढून टाकील आणि अशा रीतीनें पृथ्वीवरील सर्व जीवन नष्ट होईल.

पाऊस

पृथ्वि तापून तिच्यावरील हवा उष्ण होते व वर जाऊं लागते. या वर जाणाऱ्या हवेची जागा घेण्यासाठीं बाष्पयुक्त हवा वरून खालीं येऊं लागते. या दोन गोष्टींमुळें पाऊस पडतो. समुद्राचें पाणी सूर्याच्या उष्णतेनें तापून त्याची वाफ बनते. या वाफेचें रूपांतर ढगांत होतें. ज्या वेळीं थंड वारा तापलेल्या जमिनीकडे किंवा हवेचा कमी दाब असलेल्या प्रदेशाकडे वाहूं लागतो त्या वेळीं हे ढग त्या वाऱ्याबरोबर वाहात जातात. हे ढग जसजसे डोंगरपर्वताजवळ येतात तसे ते थंड होऊं लागतात व यामुळें ढगांतील पाण्याच्या वाफेचें रूपांतर पाण्याच्या थेंबांत होऊन पाऊस पडण्यास सुरवात होते. ढगांतली वाफ संपून गेली कीं ढग कोरडे होतात व त्यांना पुढील प्रदेशावर पाऊस पाडतां येत नाहीं. डोंगरमाथ्यावरील थंड हवेमुळें ढगांतील वाफेचें पर्जन्यांत लौकर रूपांतर होतें आणि म्हणूनच डोंगरपर्वतांच्या प्रदेशावर पाऊस जास्त पडतो.

पावसाच्या एका थेंबाचें वजन साधारणतः $\frac{१}{५}$ ग्रॅम असतें. पावसाचे थेंब पृथ्वीवर एका सेकंदास तेरा फुटांचें अंतर तोडून येतात. पावसाच्या थेंबाची रुंदी $\frac{३}{२०}$ इंच ते $\frac{३}{१०}$ इंचापर्यंत असते. ढग जर जमिनीपासून फार उंचावर असेल तर मोठा थेंब पडतो असें म्हणतात.

पाऊस किती झाला हें मोजण्यासाठीं एक पर्जन्यमापक बाटली तयार केलेली असते. तीवर इंचांच्या व त्याच्या भागांच्या खुणा केलेल्या असतात. बाटलीवरच्या नाळक्यांतून पावसाचे थेंब बाटलींत पडतात. बाटलींत जितक्या उंचीपर्यंत पाणी सांठलें असेल तितके इंच पाऊस झाला असा त्याचा अर्थ. २५ इंच पाऊस झाला याचा अर्थ २५ इंच खोल जमीन भिजेल एवढा पाऊस झाला.

ढग म्हणजे काय?

समुद्राच्या पाण्याची वाफ झाली कीं ती ढगाच्या रूपानें आपल्याला दिसते. पाण्याचे वाफेच्या रूपानें असलेले असंख्य सूक्ष्म थेंब वजनानें अत्यंत हलके असतात. त्यामुळें वाऱ्याबरोबर हे पाण्याच्या थेंबांचे ढग शेंकडों मैलांच्या वेगानें इकडून तिकडे धांवतात. त्यांना थंड हवा लागूं लागली कीं पाण्याचे सूक्ष्म थेंब एकत्र यायला लागून त्यांचे मोठे मोठे थेंब तयार होतात. आणि हें वजन असह्य झालें कीं पावसाच्या रूपानें ढगांतील पाणी खालीं कोसळतें. ढग कसा तयार होतो हें जर तुम्हांला पाहायचें असेल तर आपल्या घरांत भात शिजत टाकलेला असतांना पाहा. भात शिजूं लागला म्हणजे त्यांतील पाण्याची वाफ बाहेर पडूं लागते. भाताच्या भांड्यावर झांकण असेल तर ही वाफ हें झांकण वर ढकलून मधून मधून बाहेर पडतांना दिसते. हा जो वाफेचा पांढरा फवारा झांकणाला ढकलून बाहेर पडतो तो खरोखरी लहानसा ढगच होय. याच वाफेच्या फवाऱ्याशेजारीं हात धरला तर त्या वाफेंतील ओलसरपणा (म्हणजेच पाणी) तुमच्या हातांना भासेल.

धुकें

धुकें म्हणजे जमिनीशेजारीं असलेला ढगच होय. हा ढग पांढरा असतो. यांत असलेली पाण्याची वाफ जेव्हां धूर, धूळ इत्यादि शोषून

घेते त्यावेळीं या ढगाचा पांढरेपणा जरा कमी होतो. व 'धुकें दाट आहे' असें लोक म्हणतात. असल्या धुक्यामुळें ४-५ फुटांपलीकडे कांहीं दिसत नाहीं. धुकें बहुधा थंड प्रदेशांत जास्त पडतें. उष्ण प्रदेशांत विशेषतः डोंगरपर्वतांवर व पायथ्यांशीं विशेषतः सकाळीं जास्त पडतें. संध्याकाळींहि थोड्या प्रमाणांत पडतें. मोठीं तळीं, सरोवरें व नद्या यांवरहि सकाळीं धुकें पडतें. समुद्रकिनाऱ्यावर धुकें मोठ्या प्रमाणावर पडतें. अमेरिकेच्या पूर्वकिनाऱ्यावर धुकें फार पडतें. १९३६च्या फेब्रुवारीमध्यें सर्व युरोप-भर धुकें पसरलें होतें. या धुक्यामुळें वाहतुक कांहीं काळ बंद ठेवावी लागली होती. इंग्लंडमध्यें धुक्याचा त्रास फार होतो.

पाणी

पाणी आपल्याला तीन स्वरूपांत आढळून येतें. १ बर्फ २ पाणी ३ वाफ किंवा घनरूप, द्रवरूप व वायुरूप अशा तीन स्वरूपांत आढळून येतें.

हायड्रोजन वायूचे दोन भाग व प्राणवायूचा म्हणजे ऑक्सिजनचा एक भाग मिळून पाणी बनतें. H_2O ही याची खूण आहे. पाणी निर्मळ असेल तर तें रंगहीन व चवहीन असतें. तसेंच त्यांत कोणतींहि द्रव्यें मिसळलेलीं नसतात. पण इतक्या निर्मळ स्वरूपांत पाणी मिळणें फार कठिण. पाणी सर्वसाधारण परिस्थितींत समुद्रसपाटीवर ०° सेंटिग्रेड (३२° फॅरनहीट) इतक्या उष्णतामानांत गोठतें व १००° सें. (२१२° फॅ.) इतक्या उष्णतामानावर उकळतें. ४° सेंटिग्रेड उष्णतामान झालें कीं पाण्याचें बर्फ होऊं लागतें व त्याचा आकार वाढतो.

ताजें पाणी

समुद्राच्या पाण्याची वाफ बनून ती मेघरूप धारण करते. नंतर वाऱ्याच्या योगानें थंड प्रदेशावर हे मेघ वाहात जाऊन पाऊस पडतो. हें पावसाचें पाणी म्हणजेच ताजें पाणी होय.

समुद्राच्या पाण्याची वाफ बनते त्यावेळीं पाण्याच्या एका थेंबाचा आकार १७०० पटीनें मोठा होतो. यामुळें अर्थात्च तें हलकें बनतें व

हळूंहळूं वर जातें. साधारणतः हवेच्या निम्याइतकी पाण्याची वाफ वजनांत भरते; आणि म्हणून हवा जितकी बाष्पयुक्त तितकी ती हलकी भरते.

समुद्राच्या पाण्याची सूर्याच्या प्रखर उष्णतेमुळें वाफ बनत असतांना समुद्राच्या पाण्यांतील क्षार तसेच खालीं राहतात. त्यामुळें पावसाच्या पाण्यांत कोणतींच द्रव्यें असत नाहींत.

पावसाचें पाणी

पाऊस पडून गेला कीं जमिनीवर पडलेलें पाणी नद्या, नाले, ओढे इत्यादि रूपानें वाहूं लागतें. नद्या पावसानें मिळालेल्या पाण्यापैकीं बरेचसें पाणी पुराच्या रूपानें परत समुद्रांत नेऊन ओततात. जमिनीवरचें कांहीं पाणी सूर्याच्या उष्णतेमुळें वाफेच्या रूपानें पुन्हां हवेंत मिसळतें. त्यांतलें बरेचसें जमिनींत जिरतें व कांहीं ठिकाणीं पृथ्वीच्या पोटांत शिरून तेथें सांठून राहतें व झऱ्यांना पाण्याचा पुरवठा करतें.

हवेंतून पावसाचें पाणी जमिनीवर पडत असतांना त्यांत कार्बन डायॉक्साइड थोड्या प्रमाणांत मिसळतो. (कार्बन डायॉक्साइडला कॅर्बानिक ॲसिड गॅस असेंहि दुसरें नांव आहे.) पाणी जमिनीवर पडलें कीं ज्या वृक्षवेली कुजून चाललेल्या असतात त्यांच्यांतून बाहेर पडणारा कार्बन डायॉक्साइड त्यांत मिसळतो. पण हा वायु इतक्या कमी प्रमाणांत मिसळत असतो कीं त्यामुळें पाण्याची चव लक्षांत येण्याइतकी बदलत नाहीं. याशिवाय खनिज द्रव्यें पाण्यांत सहज मिसळूं शकतात. कार्बन डायॉक्साइड विशेष प्रमाणांत असलेली चुनखडी पाण्यांत लवकर विरघळते. अशा रीतीनें पाणी जमिनीवर पडल्यावर त्यांत अनेक द्रव्यें, क्षार इत्यादि विरतात. तेव्हां आतां हें लक्षांत आलेंच असेल कीं जमिनीवर पडलेलें किंवा नदी-नाल्यांतून वाहिलेलें पाणी निर्भेळ असूंच शकत नाहीं. कित्येक ठिकाणचें पाणी चवदार लागतें याचें कारण त्यांत विरलेलीं निरनिराळीं द्रव्यें. नद्यांचें पाणी पितांना गोड लागतें, पण त्यांत कळून न येण्याइतकें मीठ असतें. हें मीठ नद्या रोज समुद्रांत नेऊन टाकीत असतात.

समुद्राची अडचण

समुद्राची मात्र मोठी अडचण आहे. कारण त्याला आपल्यांतलें मीठ कुठेंहि बाहेर नेऊन सोडतां येत नाहीं. रोज नद्या नवीन भर घालीत

असतातच. येऊन जाऊन समुद्राचें पाणी कमी व्हायचें तें सूर्याच्या उष्णतेमुळें होणाऱ्या वाफेच्या रूपानें. पण समुद्राच्या पाण्याची वाफ होतांना त्यांतील सर्व क्षार जड असल्यामुळें समुद्रांतच राहतात. यामुळें दिवसेंदिवस समुद्राचें पाणी जास्त खारट बनत चाललेलें आहे.

स्वच्छ आणि शुद्ध पाण्याची आवश्यकता

पाण्याला **जीवन** म्हणतात. जीवन या शब्दानें त्याची प्राणिमात्राला केवढी आवश्यकता आहे हें लक्ष्यांत येतें. पण हेंच पाणी जर घाणेरडें किंवा अशुद्ध असें वापरलें तर आपला जीवहि घेतें. विलायतमधल्या एका ठिकाणची अशी गोष्ट सांगतात कीं एका डोंगरावर राहणाऱ्या एका मनुष्याला टायफॉइड झाल्यामुळें तो मेला.त्याच्या मृत्यूनंतर त्याच्या नातेवाईकांनीं त्याचे कपडे घेतले व घरापासून थोड्या दूर अंतरावर फेंकून दिले. दिवस हिंवाळ्याचे असल्यामुळें बर्फ पडत होतें. तें त्या कपड्यावर सांठून राहिलें. पुढें उन्हाळा आल्यावर बर्फ वितळलें व त्याचें पाणी होऊन तें वाहूं लागलें व त्या डोंगराखालीं असलेल्या शहराला पाण्याचा पुरवठा करायला जें तळें बांधलें होतें त्या तळ्यांत त्या डोंगरावरील पाणी वाहून गेलें. नंतर लौकरच त्या शहरांत टायफॉइडची सांथ सुरू झाली व भराभर लोक मरूं लागले. एकदम अशी टॉयफॉइडची सांथ जोरांत सुरू व्हायचें कारण काय म्हणून म्युनिसिपालिटीच्या जबाबदार अधिकाऱ्यांनीं चौकशी केली तेव्हां या सर्व अनर्थाचें मूळ त्या डोंगरावर टॉयफॉइडनें मेलेल्या मनुष्याच्या कपड्यांत सांपडलें. कारण त्या कपड्यांत असलेले टॉयफॉइडचे जंतू पाण्याबरोबर वाहात त्या तळ्यांत गेले व त्या जंतूंनीं त्या तळ्याचें पाणी बिघडून टाकलें.

स्वच्छ दिसणारें पाणी

स्वच्छ दिसणारें पाणी नेहमीं जंतुरहित असतेंच असें नाहीं, किंवा त्यांत इतर विषारी पदार्थ मिसळलेले आहेत कीं काय हेंहि सहजासहजीं कळून येणें शक्य नाहीं. गढूळ पाणी पिण्याची इच्छा होतच नाहीं. तेव्हां आपण जें पाणी पितों तें नुसतें स्वच्छ आहे कीं नाहीं हें जसें पाहावें तसेंच तें शुद्ध आहे कीं नाहीं हेंहि पाहावें.

वाहत्या नद्या, लहानमोठीं सरोवरें, विहिरी इत्यादि ठिकाणचें पाणी त्यांतील माती, कांहीं जड क्षार इत्यादि खालीं बसल्यामुळें स्वच्छ दिसतें. तसेंच तें बव्हंशीं शुद्धहि असतें. तें पाणी प्यायल्यामुळेंच केवळ अपाय होतो असेंहि नाहीं; आणि म्हणून या निसर्गानेंच शुद्ध केलेल्या पाण्याचा उपयोग जगांत सर्रास होत आला आहे व आजहि फारच थोड्या ठिकाणीं शास्त्रीय दृष्ट्या पाणी स्वच्छ करून त्याचा पुरवठा होतो हें सत्य आहे. विहिरी, नद्या इत्यादींतून मिळतें तें पाणी पिऊन व वापरून आज हजारों वर्षें मनुष्य जगला आहे हेंहि खरें, पण टॉयफॉइडच्या जंतूंच्या प्रसारामुळें एका शहरावर केवढा अनर्थ ओढवला होता त्यावरून व खेड्यापाड्यांतील विहिरीमधून एकदां का नारूचे जंतू शिरले कीं वर्षानुवर्षें त्या गांवाला त्या नारूचा त्रास भोगावा लागतो, या गोष्टी सर्वांना माहीत असल्यामुळें निदान अशा ठिकाणचें तरी पाणी शुद्ध करून पिणें अत्यंत आवश्यक आहे.

पाणी शुद्ध कसें करतात ?

पाण्यांतील रोगट जंतू मारून टाकून तें शुद्ध करण्याचा सर्वांत उत्कृष्ट मार्ग म्हणजे पाणी उकळणें हा आहे. हें पाणी निदानपक्षीं १५ मिनिटें उकळलें पाहिजे म्हणजे त्यांतील सर्व जंतू मरून जातात.

दुसरा मार्ग म्हणजे रसायनांचा उपयोग करून पाणी शुद्ध करण्याचा होय. क्लोरिन ब्लीचिंग पावडरच्या रूपानें पाण्यांत मिसळून पाण्यांतील जंतु मारतां येतात. द्रवरूपांतील क्लोरीनपासून वायुरूप क्लोरीन पाण्याच्या पुरवठानळांत सोडून दिल्यावर क्लोरीन पाण्यांत मिसळतें व नळ्यांमधून घरोघरीं पाणी जाईपर्यंत त्यांतील जंतू मारून टाकतें.

टिंक्चर आयोडिनचा उपयोगहि पाण्यांतील जंतू मारून पाणी शुद्ध करण्यासाठीं करतात. मात्र आयोडिन फार थोड्या प्रमाणांत (एक गॅलन पाण्यास आयोडिनचे १० थेंब) वापरलें पाहिजे, नाहीं तर उलट धोक्याचा संभव जास्त.

मोठमोठीं वाळूचीं फिल्टर्स वापरून, निरनिराळ्या टाक्यांत पाणी सांठवून त्यांतील भेसळ खालीं बसल्यावर पाणी वापरण्यास सोडणें इत्यादि

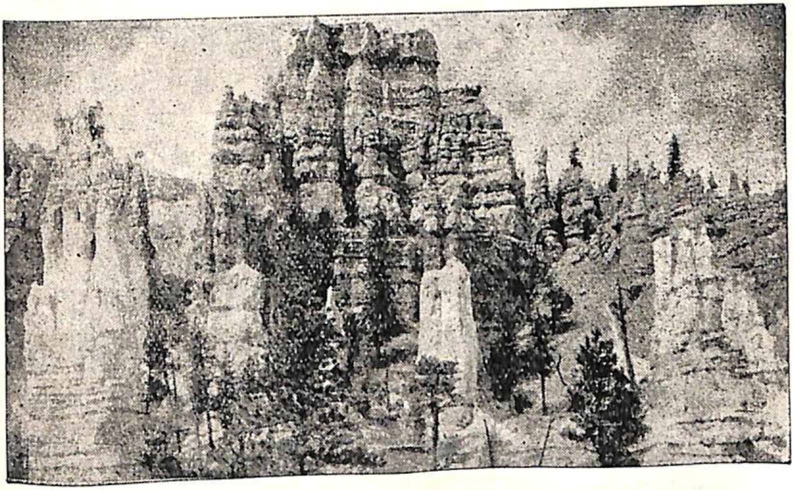
प्रकारांनीं पाणी शुद्ध करतात; पण या सर्व साधनांत क्लोरिनचा उपयोग केलेलें पाणीच सर्वांत जास्त चांगलें. नळांतून पाणी आल्यावर क्लोरिनचा विशिष्ट प्रकारचा वास (क्लोरीन वापरलें असेल तर) येतो.

पाण्याचे यांत्रिक उपयोग

वीज निर्माण करण्यासाठीं पाण्याचा फार उपयोग होतो. पाण्यावर निर्माण केलेली वीज ही एंजिनच्या सहाय्यानें तयार केलेल्या विजेपेक्षां कितीतरी स्वस्त पडते, तिच्यापासून निर्माण होणाऱ्या प्रचंड शक्तीनें अनेक कारखाने, आगगाड्या चालतात. विद्युत्पादनाशिवाय स्टेशनवर आगगाड्यांसाठीं ब्रेक्स तयार करणें, दगडी कोळशासारख्या वस्तू आगगाड्यांच्या वॅगन्समधून पाण्याच्या झोतानें अल्प श्रमांत व खर्चांत बाहेर काढणें इत्यादि कार्यें होतात.

पाण्याचें विधायक व विध्वंसक स्वरूप

पावसाच्या रूपानें पाणी पडूं लागलें कीं तें डोंगराचीं शिखरें कोरून काढतें जमिनीवर आलें कीं इकडची माती तिकडे गाळाच्या रूपानें नेऊन



कार्बन डायॉक्साइड, वारा, पाऊस इत्यादींनीं एका पर्वताच्या शिखराला कसें कोरून काढलें आहे तें या फोटोंत स्पष्ट दिसतें.

जमीन सुपीक करतें. नद्यांमुळें पृथ्वीवरील सर्व प्राणिसृष्टीला व वनस्पति-सृष्टीला जीवन मिळतें. नदीच्या कांठाशेजारीं नसलेल्या प्रदेशांना पाटबंधारे, धरणें यांच्यामुळें पाणी मिळतें, इत्यादि उपयोग आपल्या परिचयाचे आहेत. तसेंच नद्यांना आलेल्या पुरांमुळें, अतिवृष्टीमुळें, समुद्रावरील तुफानाच्या रूपानें पाणी कितीतरी नुकसानहि करीत असतें.

पाण्यांतील औषधी गुण

कित्येक झऱ्यांचें किंवा उमाळे यांचें पाणी औषधी असल्याचें ऐकतों. एखाद्या झऱ्याचें पाणी प्यालें कीं भूक लागत नसलेल्यास भूक लागूं लागते, बद्धकोष्टता नाहींशी होते, कित्येक ठिकाणच्या पाण्यांत आंघोळी केल्या कीं कातडीच्या खरूज, नायटे वगैरे साध्या व्याधी बऱ्या होतात असें आपण पुष्कळ वेळां ऐकलें असेल. यांत कांहीं मंत्र वगैरे नसतो तर हे झरे पृथ्वीच्या पोटांतून वर येतांना त्यांच्या मार्गांत पृथ्वींतील लोह, गंधक वगैरे पदार्थ मिसळतात व त्यायोगें पाण्यांत औषधी गुण येतात.

पाण्याचीं विविध रूपें

ढग, धुकें, गारा, बर्फ व वाफ हीं पाण्याचीं विविध रूपें आहेत. ढग व धुक्यासंबंधींची माहिती आली आहे. कमालीच्या थंडींत पाणी गोठून बर्फ होतें. बर्फाचा रंग पांढरा शुभ्र असतो. हवेंतील पाण्याची वाफ गोठली कीं ती बर्फाच्या रूपानें खालीं पडते. पाऊस पडतांना जर त्याचे थेंब आकाशांतून जमिनीवर पडण्यापूर्वीच गोठले तर ते थेंब गारांच्या रूपानें जमिनीवर पडतात. बर्फ ज्यावेळीं गोठतें त्यावेळीं त्याचे जे स्फटिक बनतात त्यांचें वैशिष्ट्य हें असतें कीं ते सर्वच्या सर्व षट्कोनी असतात. मात्र दिसतांना त्यामध्यें निरनिराळे मनोहर प्रकार दिसतात. बर्फ पाण्यापेक्षां हलकें असतें म्हणून तें पाण्यावर तरंगतें. शिवाय पाण्याचें बर्फ बनूं लागलें कीं, त्याचा आकार वाढतो. पाण्यांत तरंगणाऱ्या बर्फापैकीं फक्त $\frac{१}{९}$ भाग पाण्यावर दिसतो व $\frac{८}{९}$ भाग पाण्यांत असतो. बर्फाचे डोंगर उत्तर अटलांटिक महासागरांत तरंगत असतात. त्यांचा पाण्यांतला वेडावांकडा आकार लक्षांत न आल्यामुळें बोटी त्यावर आपटतात व फुटतात. १५ ऑगस्ट १९४२ रोजीं न्यूफौंडलंडच्या दक्षिणेस टिटॅनिक नांवाचें ब्रिटिश जहाज बर्फाच्या

डोंगरावर आदळलें व फुटलें. त्यांतील सुमारें १५०० लोक समुद्रांत बुडून मेले. धुक्यामुळें बर्फाचा डोंगर स्पष्टसा दिसला नाहीं असें म्हणतात. असले हे बर्फाचे डोंगर फोडण्यासाठीं आंतरराष्ट्रीय संस्थांनीं आपलीं दलें ठेवलीं आहेत. डोंगर फोडणें व जहाजांना त्यांच्या धोक्याची सूचना देणें हीं दोन्हीं कामें हें नाविक दल करतें. मात्र बर्फाचे डोंगर फोडणें फार कठिण काम आहे. मोठमोठ्या तोफा डागल्या तरीहि त्यांना दाद न देण्याइतके मोठे बर्फाचे डोंगर असतात. पाण्यांतील, हवेंतील व सूर्यकिरणांच्या उष्णतेमुळें ते वितळून जातील त्याच वेळीं ते नाहींसे व्हायचे.

पृथ्वींतील खडक आणि खनिज द्रव्यांची अमूप संपत्ति

जीं द्रव्यें खाणींतून निघतात तीं खनिज द्रव्यें होत. सोनें, रुपें, तांबें, लोखंड, रेडियम, प्लॅटिनम, ॲल्युमिनियम इत्यादि धातू; गार, संगमरवर, स्लेटपाटीचे व चुनखडीचे दगड इत्यादि फत्तर; रॉकेल कोळसा, डांबर, खडू इत्यादि रासायनिक क्रियेनें व मृत वनस्पति आणि प्राणी यांच्या मिश्रणानें बनलेले पदार्थ व हिरा, माणिक इत्यादि रत्नें हीं सर्व खनिज द्रव्येंच होत.

या सर्व खनिज द्रव्यांत धातूंचें स्थान फार महत्वाचें आहे; किंबहुना असेंहि म्हणतां येईल कीं धातू जर नसते तर इतर खनिज द्रव्यांना जमिनींतून खणून काढून त्यांचा उपयोग मनुष्याला करून घेतांच आला नसता. जर लोखंडच मिळालें नसतें तर पहारी, कुदळी, फावडीं हीं अगदीं साधीं हत्यारें तरी करतां आलीं असतीं कां? आणि हीं हत्यारेंच जर मिळालीं नसतीं तर जमीन खणून तरी कशाच्या सहाय्यानें काढतां आली असती? या अगदीं साध्या गोष्टीवरून धातूंचें महत्त्व केवढें आहे हें सहज लक्षांत येईल.

धातूंमध्यें सामान्य व असामान्य, किंवा जास्त प्रमाणांत सांपडतात म्हणून कमी मोलाचे व कमी प्रमाणांत सांपडतात म्हणून जास्त मोलाचे

असे दोन भाग पडतात. मऊ, कठिण, ठिसूळ, चिवट, हलके आणि जड, रंगानें मद्दड किंवा चकचकित अशा तऱ्हेचे निरनिराळे गुणावगुण अंगीं असलेले धातू आहेत. बहुतेक सर्व धातू दुसऱ्या कोणत्यातरी वस्तूशीं मिसळलेल्या स्थितींत आढळतात. तेव्हां अशा अशुद्ध परिस्थितींत सांपडलेले धातू प्रथम शुद्ध करून ते जसेच्या तसेच उपयोगांत येत असतील तर ते तसे आणणें; केवळ शुद्ध स्वरूपांत असलेल्या धातूंचा जशाचा तसा उपयोग वापराच्या व विशिष्ट गरजेच्या दृष्टीनें होत नसेल तर तो अधिक उपयुक्त करण्यासाठीं त्यांत दुसऱ्या धातूचें किंवा वस्तूचें मिश्रण करून त्याला उपयोगांत आणणें या गोष्टी करणें अवश्य असतें.

धातूंच्याप्रमाणेंच खनिज तेलांचीहि गोष्ट आहे. रॉकेलचीच गोष्ट घ्या ना? आपल्याला जें रॉकेल म्हणून बाजारांत मिळतें तें कांहीं जसेंच्या तसेंच रॉकेलच्या विहिरींतून निघत नाहीं. तर आरंभीं जो द्रव पदार्थ रॉकेलच्या विहिरींतून निघतो त्याच्यावर कांहीं रासायनिक संस्कार केल्यानंतर मगच रॉकेल तयार होतें. सारांश, खनिज द्रव्यें (हिरे, माणिक, कांहीं थोड्या प्रमाणांत मीठ, कांहीं प्रकारचे दगड वगैरे पदार्थ सोडले तर) सामान्यतः जशींच्या तशीं फार कमी प्रमाणांत वापरतां येतात.

दगड

दगड किंवा खडक कसे निर्माण झाले व त्यांचे मुख्य प्रकार कोणते हें मागें सांगितलेंच आहे. या ठिकाणीं दगडांच्या प्रमुख जातींची थोडीशी माहिती घेऊं या.

ग्रॅनाइट (Granite)

ग्रॅनाइट नांवाच्या दगडाचा उल्लेख पुष्कळ वेळां तुमच्या कानांवर आला असेल. या दगडाचें वैशिष्ट्य हें आहे कीं हा दगड अभ्रक, स्फटिक आणि चंद्रकांत या तीन पदार्थांचा मिळून झालेला असतो. या दगडांतील हे पदार्थ त्याच्यामध्यें अगदीं स्पष्टपणें दिसत असतात. या दगडाचा उपयोग इमारती बांधण्याकडे विशेष होतो हें जरी खरें तरी आपल्या दृष्टीनें याचें महत्त्व निराळेंच आहे. आणि तें म्हणजे या दगडापासून जी माती तयार होते ती पृथ्वीवरील प्राणिसृष्टि व वनस्पतिसृष्टी यांच्या दृष्टीनें आव-

श्यक वस्तू आहे. ग्रॅनाइटवर हवेंतील वाफ आणि कार्बन डायॉक्साइड यांचा परिणाम होऊन त्याचा उघडा भाग ठिसूळ होतो व वारा आणि पाऊस तो सोडवून, चुरून त्याची माती बनवितो. ही क्रिया सारखी चालू आहे.

वाळूचे दगड

साध्या मातीचा चिखल आणि वाळू एकत्र मिळून हा दगड बनलेला असतो. समुद्रकाठीं सांपडणाऱ्या वाळूच्या दगडांत शंखशिंपल्यांचे अवशेष मिसळलेले आढळतात. हा दगड फारसा कठीण नसतो. त्यांत मिसळलेल्या चिखलाच्या रंगाप्रमाणें त्याचा रंग बनतो.

कांचमणी (Quartz)

ग्रॅनाइट फत्तरांत कांचमणी असतो हें आतांच सांगितलें आहे. त्याचप्रमाणें कांचमणी स्वतंत्र रीतीनेंहि निघतो. **गार**, ही कांचमण्यापैकींच तसेंच **अकीक** (Agate) हा मौल्यवान व चमकदार दगड हाही याच प्रकारांतला आहे. यांचे तुकडे पाहिले तर ते अणकचिदार असलेले दिसतात. तसेंच हा दगड फार कठिण असतो. सिलिकॉन व ऑक्सिजन यांच्या मिश्रणानें हा दगड बनलेला असतो. कांचमण्याच्या निरनिराळ्या प्रकारांत लाल, पिंवळ्या, राखी रंगाचे पट्टे असलेले दगड आढळतात. गारेचे थर शेंकडों फूट रुंदीचे सांपडतात. हे अग्निजन्य खडक होत.

चुनखडी व तिचे प्रकार

चुनखडीचे खडक हे मुख्यतः समुद्राच्या तळाशीं किंवा पाण्याच्या सांठ्याच्या तळाशींच तयार होतात. संगमरवर हा चुनखडीचाच पण चुनखडीपेक्षां कठिण प्रकार आहे. खडू, पोंवळ्याचे खडक हेहि चुनखडीचेच प्रकार होत.

जमिनीवरील पाण्यांतून चुनखडी अल्प प्रमाणांत वाहात येते. समुद्राच्या पाण्यांत अत्यंत सूक्ष्म (सूक्ष्मदर्शक यंत्राशिवाय न दिसणारे) प्राणी असतात. ते प्राणी पाण्यांतील चुनखडी खातात. शिवाय इतर लहानसहान प्राण्यांचीं प्रेतें खातात. त्यामुळें त्या प्राण्यांच्या शरीरांत चुनखडी विशेष प्रमाणांत भिनते व या प्राण्यांच्या प्रेतांचे डोंगरच्या डोंगर तयार झाले कीं

चुनखडीचा दगड तयार होत जातो. या अत्यंत सूक्ष्म प्राण्यांना सामान्यतः '**प्रोटोझोआ**' नांवाचे प्राणी म्हणून ओळखतात. चुनखडीचे ढीग जर भयंकर दाबाखालीं कित्येक युगें राहिले तर ते संगमरवर बनतात. मध्यम कठिणतेचे खडक चुनखडी व सहज नखानें ओरखडा काढला तरीहि फुटणारा पदार्थ म्हणजे खडू होय.

दगडी कोळसा (Coal)

दगडी कोळसा हा वनस्पतीपासून तयार झालेला असला तरी त्याची गणना खनिज पदार्थांतच करतात. अरण्येंच्या अरण्यें पृथ्वीच्या पोटांत गडप झाल्यावर त्यावर मातीचा, किंवा खडकांचा प्रचंड दाब पडला. यानंतर पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेचा परिणाम होऊन हीं अरण्येंच्या अरण्यें या उष्णतेनें धुमसून जळून गेलीं; पण त्यांतून बाहेर पडणारा कार्बन वरच्या खडकाच्या आवरणामुळें बाहेर पडून न जातां वृक्षांच्या कोळशांतच राहिला, आणि अशा रीतीनें दगडी कोळसा तयार झाला. दगडी कोळशाचा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखालीं कित्येक मैलपर्यंत आडवा पट्टा किंवा थर सांपडतो. दगडी कोळसा रंगानें काळाकभिन्न व लांकडी कोळशापेक्षां जड व किंचित् तकाकी मारणारा असतो. आगगाडीसाठीं हाच कोळसा वापरतात. स्टेशनवर जाऊन एंजिनवाल्याकडून एकदोन तुकडे मागून घेऊन पाहा. दगडी कोळसा थराथरांचा बनलेला असल्याचें तुम्हांला आढळून येईल. तसेंच एखादा तुकडा आडवा फोडला म्हणजे दोन थरांच्या मध्यें एखाद्या पानाचा, फांदीच्या भागाचा ठसा उठलेला दिसून येईल. दगडी कोळसा दगडासारखा जड व कठीण असतो म्हणून त्याला दगडी कोळसा म्हणतात. साध्या कोळशापेक्षां या कोळशाच्या अंगीं उष्णता फार असते. दगडी कोळसा बराच वेळ प्रखर उष्णता देत जळत राहतो. म्हणून आगगाड्या, कारखान्यांतील भट्ट्या वगैरेसाठीं त्याचा उपयोग करतात. दगडी कोळशांत काळ्या फत्तराइतका कठीण असा कोळसा असतो. हा बराच खालीं असतो. यामुळें फार दाबामुळें तो कठीण बनतो. तसेंच पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णतेचा याच्यावर फार परिणाम झाल्यामुळें त्यांतील ज्वलनद्रव्यें आधींच जळून नाहींशीं

झालेलीं असतात. या प्रकारच्या कोळशाला Anthracite Coal असें नांव आहे. कांहीं ठिकाणीं दगडी कोळसा उदी रंगाचाहि सांपडतो. दगडी कोळशांत ६० ते ८० टक्के कार्बन सांपडतो. कार्बन हीच कोळशांतील ज्वलनशक्ति होय. ज्या अरण्यांत दलदल होती त्यांचा दगडी कोळसा बनतांना कुजलेल्या वृक्षांच्या सरपणांत त्यांवर दलदलींतील चिखलहि पसरला. या पसरलेल्या चिखलाचे स्लेटपाटीचे दगड बनले व अगदीं थोडा सर्पणांत मिसळला गेला; आणि यामुळेंच कोळसा जळून गेल्यावर त्याची थोडीशी राख उरते.

कोळशाचे मुख्य प्रकार दोन. एक ज्वालादायी (Bituminous), व दुसरा ॲन्थ्रेसाइट (Anthracite). यांनाच अनुक्रमें मऊ व कठिण अशीं नांवें देतात. ज्वालादायी कोळसा नेहमीं वापरण्यांत येतो. हा जळत असतांना त्यांतून ज्वाला बाहेर पडतात व त्यांत मुख्यतः हायड्रोजन गॅस निर्माण करणारीं द्रव्यें असतात. ज्वालादायी कोळसा बंद भट्यांत जाळला तर त्यापासून निघणारा गॅस (वायू) मोठ्या टाक्यांत सांठवून नळ्यांतून घरोघरीं पोचवितां येतो. हा गॅस जळूं लागला कीं प्रखर उष्णता देतो. धूरहि होत नाहीं. यामुळें सर्पण म्हणून वापरण्यास चांगला असतो.

कोळशापासून निर्माण होणारे उपयुक्त पदार्थ

वर सांगितल्याप्रमाणें बंद भट्टींत कोळसा जाळला म्हणजे त्यांतून जो **गॅस** निर्माण होतो तो उत्कृष्ट सर्पण म्हणून उपयोगांत येतो. हा गॅस निघून गेल्यावर जो कोळसा शिल्लक राहतो त्याला **कोक** (Coke) म्हणतात. **कोक** म्हणजे गॅस निघून गेलेला कोळसाच. यांत कार्बन शेंकडा ९० प्रमाणांत असतोच. याचा सर्पण म्हणून चांगला उपयोग होतो. मात्र यांतून ज्वाला येत नाहींत, धूर निघत नाहीं कीं ठिणग्या उडत नाहींत. मात्र जळतांना प्रखर उष्णता देतो. गॅस निर्माण झाल्यावर त्यांतील अशुद्धें नाहींशीं करतांना तो पाण्याच्या टाकींतून जाणाऱ्या पाण्याच्या नळ्यांतून सोडावा लागतो. अशा रीतीनें हा गॅस शुद्ध होत चालला असतांना त्यांतील अशुद्धें **डांबराच्या रूपानें** स्वतंत्र होतात. हें डांबर सांठवून ठेवतात. डांबराचा उपयोग लांकडांतील कीड मारण्याकरतां, पत्रे गंजू नयेत म्हणून त्यांना

लावण्याकरतां, डांबरी कागद (Tar paper) करण्याकरतां व निरनिराळे रंग करण्याकरतां होतो.

अमोनिया

पाण्यांतून गॅस गेल्यावर त्याच्यांतील धूर काढून टाकण्यासाठीं असलेल्या यंत्रांतून (Scrubber धूम्रशोधक) तो जातो. या यंत्रांत पाण्याच्या फवाऱ्यांतून गॅस जात असतांना त्यांतील **अमोनिया** स्वतंत्र होतो. या अमोनियावर आणखी रासायनिक संस्कार करून उत्कृष्ट खत तयार करतात.

गंधक

गॅसमधील अमोनिया काढून घेतल्यावर त्याच्यांतील आयर्न ऑक्साइडच्या सहाय्यानें **गंधक** काढून घेतात. यानंतर मात्र गॅस संपूर्णपणें शुद्ध होऊन तो मोठ्या टांकींत सांठवितात व प्रत्यक्ष उपयोगासाठीं सोडतात.

अशा तऱ्हेनें दगडी कोळशाचा गॅस तयार करणारे कारखाने मोठ्या शहरीं असतात. या गॅसचा उपयोग दिव्यासाठींहि होतो. आपल्याइकडे मुंबईस असा कारखाना आहे.

नैसर्गिक गॅस

रॉकेलच्या विहीरींतूनहि गॅस बाहेर पडतो. हा गॅस अर्थात् कृत्रिम गॅसपेक्षां खूप स्वस्त पडतो. शिवाय सर्पण म्हणून त्याचा कृत्रिम गॅसपेक्षांहि चांगला उपयोग होतो. उत्तर अमेरिकेंतील टेक्सस नांवाच्या संस्थानांत हा पुष्कळ सांपडतो, आणि तेथून १००० मैल अंतरावर चिकॅगो शहरांत हा गॅस मोठ्या नळांतून आणला असून तो घरोघरीं वापरतात.

एक टन दगडी कोळसा

एक टन दगडी कोळसा घेतला आणि त्याच्यांतील द्रव्यांचा उपयोग करून घ्यायचा असें ठरविलें तर ७–७॥ पौंड द्रवरूप गॅस निघेल. या गॅसपासून स्फोटक द्रव्यें, कृत्रिम खतें व कृत्रिम बर्फ तयार करतां येतो. कोक १५०० पौंड, अमोनिया, ग्रीज, रंग इत्यादि पदार्थ सुमारें ७० पौंड, सुमारें ४५० पौंड गॅस दिवे व चुली यांच्यासाठीं व १७५ पौंड डांबर एवढे उपयुक्त पदार्थ तयार होतील. दगडी कोळशापासून शिसपेन्सिलीचें शीसहि तयार करतात.

दगडी कोळसा कोठें सांपडतो ?

दगडी कोळसा इंग्लंड, अमेरिका, जर्मनी, फ्रान्स, पोलंड, रुमानिया, रशिया, हिंदुस्थान, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया या देशांत सांपडतो. पैकीं इंग्लंड, सध्यां दरवर्षी साधारणतः २४५,०००,००० टन (मेट्रिक), उत्तर व दक्षिण अमेरिका मिळून ४६०,०००,००० टन, दक्षिण आफ्रिका १५,०००,००० टन, ऑस्ट्रेलिया १६,०००,०००. युरोप खंडांत कोळशाचें उत्पादन ८२३,०००,००० टन इतकें आहे. म्हणजे जगांतील कोणत्याहि खंडापेक्षां युरोपखंडांत जास्त कोळसा निघतो. त्याच्या खालोखाल अमेरिकेचा क्रमांक आहे. अमेरिकेच्या खालोखाल आशिया खंडांतून सुमारें १३५,०००,००० कोळसा निघतो.

अशा रीतीनें रोज हजारों टन कोळसा खाणींतून काढून त्याचा उपयोग केला जात आहे. याचप्रमाणें जर सारखा कोळसा वाढत्या प्रमाणावर काढला गेला तर शंभर दोनशें वर्षांत पृथ्वीच्या पोटांतला सर्व कोळसा संपून जाईल !

डांबरांतील द्रव्यें

निरनिराळ्या उष्णतामानांवर डांबर तापवून त्यांतून १ बेन्झाइन व टोलून, २ कॅरबॉलिक ॲसिड व नॅप्थेलीन, ३ तेल (हें बरेंच दाट व जड असतें) व ४ ॲन्थ्रेसिन इतके पदार्थ काढतां येतात. या चार पदार्थांतून सुमारें ३०.० पदार्थ तयार करतां येतात. डांबरासारख्या दिसायला काळ्या व वासानें उग्र अशा पदार्थांपासून अत्तर तयार करतात, हें सांगितलें तर कुणाला खरें देखील वाटणार नाहीं. नॅप्थेलिनपासून डांबराच्या पांढऱ्या गोळ्या तयार होतात. याशिवाय शाई, कृत्रिम रेशीम, अत्यंत कमी प्रमाणांत होईना पण मोटारला लागणारें पेट्रोल व साबण तयार करतां येतो. असें हें काळें दिसणारें डांबर उपयोगी आहे.

धातू

धातूंचें मानवी जीवनांत जेवढें महत्त्व आहे तेवढेंच मानवी इतिहासाच्या दृष्टीनेंहि आहे. मनुष्य लक्षावधि वर्षांपूर्वी या पृथ्वीवर ज्यावळीं रानटी अवस्थेंत हिंडत फिरत होता, ज्यावेळीं निसर्गांतील शक्तींचा उपयोग

कसा करून घ्यावा हें त्याला समजलें नव्हतें त्यावेळीं तो पोटासाठीं कराव्या लागणाऱ्या शिकारीसाठीं किंवा इतर कार्यासाठीं अणकुचीदार दगड वापरीत असे. ही त्याची परिस्थिति लक्षावधि वर्षांनें बदलली व त्यानें धातूंचा उपयोग हत्यारासाठीं करण्यास सुरवात केली. दगडानंतर त्यानें **तांब्याचा उपयोग** केला. कांहीं काल तो याच स्थितींत राहिला. या कालास **ताम्रयुग** म्हणतात. यानंतर तांबें व टिन यांच्या मिश्रणानें तयार झालेला ब्रॉंझ धातू त्यानें वापरण्यास सुरवात केली. म्हणून त्याला **ब्रॉंझ–युग** (Bronze Age) म्हणतात. यानंतर त्यानें लोखंड खाणींतून काढलें व तो लोखंडाचीं हत्यारें व इतर जिनसा बनवूं लागला. या कालाला **लोह–युग** (Iron Age) म्हणतात. यानंतरचा काल म्हणजे **पोलादी युगाचा** (Steel Age) म्हणजे सध्यांचा होय. सारांश धातूंच्या शोधामुळें व वापरामुळें मानवी प्रगतीचे टप्पे ओळखले जातात.

सर्वसाधारण धातूंत क्रमानें पाहिलें तर प्लॅटिनम फार मौल्यवान आहे. त्याच्या खालोखाल सोनें, रुपें इत्यादि धातू आहेत. प्लॅटिनम रशियांत सांपडतें. प्लॅटिनमचा किती उपयोग होतो हें माहीत नसल्यामुळें एके काळीं रशियांत त्याची कमी किंमतीचीं नाणीं करीत असत. पण आज हेंच प्लॅटिनम १००–१५० रु. तोळा एवढें महाग होऊन बसलें आहे.

याच्या उलट लोखंडाची हकीगत आहे. एकेकाळीं लोखंड फार कमी निघत असे (कारण खोल खाणींतून लोखंड काढण्याची कला माहित झालेली नव्हती), त्यामुळें त्याचें महत्त्व फार असे. ग्रीकांचीं राज्यें भरभराटींत होतीं त्या वेळीं व रोमन लोकांच्या उदयकालांत युरोपांत लोखंड फार कमी सांपडे; म्हणून त्याचा वापर कसा करावा यासंबंधीं नियम घातलेले असत. लढाई जिंकून सेनापति आला म्हणजे त्याला लोखंडाचा बिल्ला मोठ्या मानाचें चिन्ह म्हणून समारंभानें बक्षीस देत असत. तसेंच रोमन लोक लग्नाच्या वेळीं आपल्या वधूला लोखंडाची आंगटी देत असत, यावरून त्या वेळीं युरोपांत लोखंडाची किंमत किती होती हें समजून येईल. हीच स्थिति थोडी फार निरनिराळ्या काळीं सर्व जगभर होती. आज जगांत सुमारें ७२,०००,००० टन लोखंड दरवर्षीं निघतें आणि टेबलें, खुर्च्या,

कपाटें, कांटे –चमचे या वस्तूहि लोखंडापासून तयार करून सर्व जगभर सर्रास वापरण्यांत येत आहेत.

लोखंडांत कार्बन व थोड्या प्रमाणांत मँगेनीज व इतर धातू घालून पोलाद तयार करतात. लोखंडापेक्षां पोलाद अधिक कठीण व चिवट असतें. आज जगांत जवळ जवळ १००,०००,००० टन पोलाद तयार होतें.

पोलादामुळें पूर्वीं अशक्य असलेल्या कितीतरी गोष्टी शक्य झाल्या आहेत. १ मैल लांबीचे पूल बांधणें व त्यावरून सपाट्यानें जाणाऱ्या आगगाड्या व मोटारी आणि खालून जाणाऱ्या मोठ्या बोटी यांमुळें नदीच्या दोन्ही तीरांशीं संबंध असलेले सर्व व्यवहार अगदीं सुरळीत चालू राहतात. ६०–७० मजले असलेल्या इमारती केवळ पोलादामुळें बांधणें शक्य झालें आहे. मोठमोठ्या तोफा डागून २०–२५ मैलांवरील न दिसणाऱ्या शत्रूवर तोफांचे गोळे टाकून त्यांचा नाश करणें पोलादामुळेंच शक्य झालें आहे. मोठमोठीं इंजिनें, आगबोटी, आगगाडीचीं इंजिनें, डबे, तलवार, पिस्तुल, डॉक्टरांना लागणारीं नाजूक पण तीक्ष्ण हत्यारें वगैरे सर्व गोष्टी या पोलादा-मुळेंच निर्माण करणें शक्य झालें आहे. आपल्याभोंवतीं जिकडे पाहाल तिकडे पोलादाचा उपयोग तुम्हांला होत असलेला आढळून येईल; आणि म्हणूनच सध्यांच्या या काळाला **पोलादी युग** हें नांव पडलेलें आहे.

तांब्याचीं भांडीं आपण वापरतों. तांब्याचा चकचकीत तांबूस रंग मोठा आकर्षक आहे. पण तांब्यावर एखाद्या आंबट पदार्थाचे डाग पडले म्हणजे कांहीं काळानें तर ते डाग हिरवे होतात. या उलट तांब्याचें भांडें एखाद्या आंबट पदार्थानें घासलें तर तें स्वच्छ होतें. याचें कारण आंबट पदार्थांतील आम्ल व तांब्यांतील रासायनिक गुण हें होय. तांब्यांत टिन मिसळून ब्रॉंझ धातु तयार करतात. ब्रॉंझ धातू तांब्यापेक्षां कठीण असतें व तें गंजत नाहीं. म्हणून पुतळे करण्यासाठीं ब्रॉंझचा फार उपयोग होतो. कोठल्याही धातूपेक्षां जास्त उष्णता तांबें वितळण्याला लागते. म्हणून तांब्याच्या भट्ट्या करतात. तांबें पृथ्वींत व थोड्या प्रमाणांत समुद्रांतहि मिळतें. ज्या ठिकाणीं तांबें असतें त्या ठिकाणच्या जमिनीवर एकच विशिष्ट प्रकारचें गवत सोडलें तर दुसऱ्या कोणत्याहि प्रकारची वनस्पति त्यावर उगवूं शकत नाहीं. कारण तांबें हें

अत्यल्प प्रमाणांत विषारी आहे. तांब्याच्या कल्हई न केलेल्या भांड्यांत कांहीं वेळ ताक ठेवलें तर तें कळकतें हें आपल्या परिचयाचें आहे.

सोनें आणि रुपें

जवळ सोनें असणें हें संपत्तीचें लक्षण आहे. सोनें खाणींतून अशुद्ध स्थितींत निघतें. नंतर तें शुद्ध करून घेतात. सोन्याचा पिवळाधमक तजेलदार रंग कोणत्याहि धातूपेक्षां जास्त आकर्षक असतो. प्लॅटिनमशिवाय इतर कोणत्याहि धातूपेक्षां सोनें फार कमी प्रमाणांत मिळतें, यामुळें त्याची किंमत इतर धातूंपेक्षां कितीतरी पटीनें अधिक असते. सोनें आकाराच्या मानानें कितीतरी जड असतें. पण तें मऊ असल्यामुळें व्यवहारांत त्याचा उपयोग करतांना त्यांत तांबें किंवा क्वचित् इतर धातू यांचें मिश्रण करूनच तें वापरतात.

सोन्याचा पुरवठा नियमित असल्यामुळें निरनिराळ्या राष्ट्रांतील नाण्यांची परस्पर देवघेव करतांना सोन्याच्या किंमतीबरोबर त्यांची किंमत करून निरनिराळ्या नाण्यांची किंमत ठरविली जाते. १०–२० वर्षांपूर्वी युरोपांत सोन्याचीं नाणीं प्रत्यक्ष प्रचारांत होतीं, पण आतां तीं प्रचलित नाहींत. आपल्याइकडेहि पुराणकालीं सोन्याचीं नाणीं सर्रास प्रचारांत होतीं. मोहोर नांवाचें सोन्याचें नाणें २–३ शें वर्षांपूर्वींपर्यंत व्यवहारांत होतें.

सोनें अत्यंत चिवट असल्यामुळें तें कितीही ठोकून पातळ केलें तरी तें एकसंध राहतें. एक तोळा सोन्याचीं ३।। चौरस इंच आकाराचीं १००० पानें तयार करतात. असें एक पान फक्त $\frac{१}{२०००००}$ इंच जाड असतें. पाण्यापेक्षां सोनें जवळ जवळ २० पटीनें जड असतें व १०६३° सें. एवढ्या प्रचंड उष्णतेशिवाय तें वितळत नाहीं. सोनें कोणत्याहि तऱ्हेच्या भेसळीचें नाहीं म्हणजे अगदीं शुद्ध आहे असें म्हणावयाचें झाल्यास 'बावनकशी सोनें' असें म्हणतात. इंग्रजींत '२४ कॅरट' या शब्दानें सोन्याचा उत्तमपणा व्यक्त करतात.

सोन्याच्या खाणी

दक्षिण आफ्रिकेंत सर्वांत मोठ्या सोन्याच्या खाणी असून दरवर्षी त्यांतून ११,७३५,००० औंस सोनें निघतें. याप्रमाणें आणखी फक्त

८-१० वर्षेच या खाणींतून सोनें निघेल असें म्हणतात. आफ्रिकेच्या खालोखाल रशियांतून ६,०००,००० औंस सोनें दरवर्षी निघतें. यानंतर कॅनडा हा महत्त्वाचा देश आहे. कॅनडांतून दरवर्षी ४,०९०,००० औंस व ऑस्ट्रेलियांतून ४,०६०,००० औंस सोनें निघतें. हिंदुस्थानांत म्हैसूर संस्थानांतील कोलार येथें सोन्याच्या खाणी आहेत. सध्यां सर्वांत जास्त सोनें अमेरिकेंतील संयुक्त संस्थानांच्या (U. S. A.) मालकीचें असून, अमेरिकेखालोखाल फ्रान्स व इंग्लंड यांचा क्रम लागतो. एकेकाळीं आपल्या या हिंदुस्थानांत विपुल सोनें होतें आणि म्हणून हिंदुस्थानला ' सुवर्णभूमि ' असें म्हणत असत.

खाणींतून सोनें शुद्ध स्वरूपांत निघत नाहीं. खडकांत सोन्याचे कण मिसळलेले असतात. हे सोन्याचे कण त्यांतून काढून सोनें शुद्ध करावें लागतें. क्वचित् सोन्याचा गोळाहि सांपडतो. आतांपर्यंत ६००० तोळे वजनाचा मोठा सोन्याचा गोळा ऑस्ट्रेलियांत सांपडला असून तो इंग्लंडमध्यें ठेवलेला आहे.

रत्नें

सर्वांत मौल्यवान रत्न म्हणजे हिरा होय. आपल्याइकडील गोवळकोंड्याच्या हिऱ्याच्या खाणी एकेकाळीं फार प्रख्यात होत्या. सध्यां दक्षिण आफ्रिकेंतील हिऱ्याच्या खाणी फार प्रसिद्ध आहेत. ब्राझिलमध्येंहि हिऱ्याच्या खाणी आहेत. सध्यां सर्व जगांत मिळून ८,०००,००० कॅरट (३·१७ ग्रेन, ट्रॉय) इतक्या वजनाचे हिरे निघतात व त्यांची किंमत सुमारें १००,०००,००० रुपये असते. दक्षिण आफ्रिकेंतील किंबर्ले हें शहर हिऱ्यांच्या खाणीबद्दल प्रख्यात आहे.

जगप्रसिद्ध हिरे

ट्रान्सव्हालमधील प्रिटोरिया येथील खाणींत १९०५ सालीं सांपडलेला कलियन नांवाचा, ३१०६ कॅरट वजनाचा हिरा हा आज सर्व जगांतील हिऱ्यांपेक्षां मोठा आहे. १९०७ सालीं हा हिरा एडवर्ड बादशहाला अर्पण केला. नंतर याचे दोन तुकडे करण्यांत आले. त्यामुळें याचें महत्त्व कमी

झालें. त्याच्या खालोखाल सांपडलेला मोठा हिरा ९६९½ कॅरट वजनाचा होता. त्याचें नांव **एक्सल्सिअर.** याचेहि पुढें १० तुकडे करण्यांत आले. औरंगजेबाच्या खजिन्यांत **तेजस्वी मोगल** नांवाचा हिरा ७८७ कॅरट वजनाचा होता. या हिऱ्याचेहि पैलू पाडतांना दोन तुकडे केले. एकाचें नांव **ओर्लाफ** व दुसऱ्याचें **कोहिनूर.** हाच प्रख्यात कोहिनूर हिरा होय, असें म्हणतात.

पण कांहींच्या मतें ही माहिती चूक असून कोहिनूर हिरा अगदीं स्वतंत्रपणें खाणींतून निघालेला आहे. **कोहिनूर** हिरा महाभारतकालीं पराक्रमी व दानशूर कर्ण वापरीत असे, इतका हा हिरा जुना आहे. या हिऱ्यासंबंधींच्या अनेक कथा आहेत. सध्यां कोहिनूर इंग्लंडच्या राजाच्या मुकुटांत आहे. असे एकूण विख्यात असे २० हिरे असून त्यांपैकीं निम्याहून अधिक इंग्लंडच्या राजाजवळ आहेत. हिरे पांढरे स्वच्छ असतात. पण किंचित् दुसऱ्या रंगाची झांक असलेलेहि १४ हिरे प्रख्यात आहेत. आपल्याकडे हिऱ्याचें वजन **रती** या प्रमाणानें करतात. हिरा सर्व रत्नांत कठिण असतो. संपूर्ण पारदर्शक, संपूर्णपणें रंगहीन, निर्मळ व कांतिमान हिरा उत्तम होय.

हिऱ्यांची उत्पत्ति

शुद्ध कोळसा (कार्बन) या मूलद्रव्याचा हिरा बनलेला असतो, असें आतां सिद्ध झालेलें आहे. पृथ्वीच्या पोटांतील प्रचंड उष्णता व वरील खडकाचा दाब यांमुळें कार्बनवर रासायनिक क्रिया होऊन हिरे तयार होतात. कांहीं शास्त्रज्ञांच्या मतें कांहीं हिरे हे आकाशांतील उल्का जमिनीवर पडून त्या भूमींत गाडल्या गेल्यानंतर उल्कैतील द्रव्यापासून निर्माण झाले असेंहि म्हणतात. हिऱ्यांची आद्यभूमि हिंदुस्थान आहे. हिऱ्याला महारत्न म्हणतात.

याशिवाय माणिक, पुष्पराग, पांच, नील इत्यादि रत्नांची विपुल संपत्ति पृथ्वीच्या पोटांत शिरून मनुष्यानें काढली आहे.

बडोद्याच्या गायकवाडांच्या खजिन्यांत सुमारें ५२५ हिरे आहेत. हिऱ्याशिवाय इतर रत्नांचीहि अमूप संपत्ति आहे. एक मोठी मोत्यांची

माला असून तिची किंमत १ कोट ७ लक्ष रुपये आहे असें म्हणतात. इराणचा बादशहा नादिरशहानें १३३९ मध्यें दिल्लीवर स्वारी करून मोगल बादशहाचें रत्नखचित मयूरसिंहासन आपल्याबरोबर नेलें. या मयूरसिंहासनाची किंमत १०,७००,०००,००० रुपये होती.

विजयनगरची संपत्ति

विजयनगरचे राजे कृष्णदेवराय व रामराजा यांच्या खजिन्यांत असंख्य रत्नें होतीं. कृष्णदेवरायानें कलिंग देशावरील स्वारींत प्रधान आप्पाजी यानें केलेल्या अपूर्व कर्तबगारीवर खूष होऊन आप्पाजीचा मोठा सन्मान केला त्यावेळीं त्याच्यावर रत्नांचा अभिषेक केला होता. सैन्यांतील सेनापतींच्या घोड्यांवर हिऱ्यामोत्यांचे तुरे व मोत्यांच्या छत्र्या असत. मुसलमानांनीं विजयनगरवर स्वारी केली त्यावेळीं आपल्या सैन्याला प्रोत्साहन देण्यासाठीं रामराजानें आपलें रत्नभांडार मोकळें करून सैनिकांना रत्नें वाटलीं. दुर्दैवानें रामराजाचा पराभव झाला. असें सांगतात कीं लढाईनंतर रणभूमी हिरे, मोतीं, सोनें, रुपें इत्यादींनीं लखलखत होती.

तेल

दगडी कोळशाप्रमाणेंच वनस्पतींच्या द्रव्यापासून तेल बनलेलें आहे. कांहीं शास्त्रज्ञांच्या मताप्रमाणें प्राणी आणि वनस्पती यांच्यांतील द्रव्यापासून तेल बनलेलें आहे.

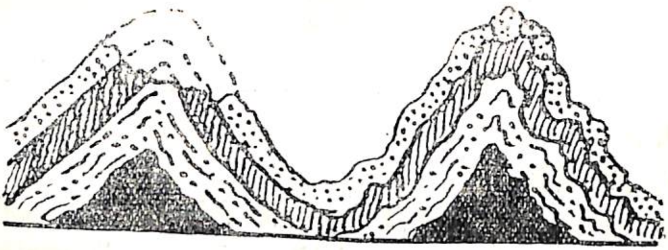
पाण्याच्या विहिरीप्रमाणें तेलाच्याहि विहिरी असतात. जगांतील तेलाच्या गरजेपैकीं निम्मी गरज अमेरिकेंतील संयुक्त संस्थानें भागवितात. याशिवाय रशिया, रुमानिया, इराण, मॅक्सिको, ब्रह्मदेश, डच ईस्ट इंडीज बेटें यांत तेलाच्या खाणी आहेत. या तेलाला रॉकेल म्हणतात. या विहिरींत किंवा खाणींत साधारणतः ३०० ते ४५०० फूट खोलीपर्यंत तेल मिळतें. खाणींतून जें तेल निघतें त्यास क्रूड–ऑइल म्हणतात. या क्रूड-ऑइलची वाफ करून त्या वाफेपासून नॅप्था, बेंझाइन, गॅसोलिन (पेट्रोल) व केरोसीन म्हणजे आपण जें रॉकेल म्हणून वापरतों तें तयार होतें. या शिवाय क्रूड–ऑइलमधल्या गाळापासून व्हॅसोलिन, अस्फाल्ट (रस्ते

तयार करण्यासाठीं वापरतात तें डांबर), पॅरॅफिन तेल, वंगणाचें तेल, मेणबत्त्या इत्यादि सुमारें २०० उपयुक्त वस्तू तयार करतात. यांतूनहि जें क्रूड–ऑइल शिल्लक राहतें त्याचा यंत्रें चालविण्यासाठीं उपयोग होतो.

या तेलांच्या विहिरींना विजेच्या तडाख्यानें किंवा इतर कांहीं कारणानें आग लागली कीं ती विझवणें फार कठिण असते. रुमानियांतील एका खाणीला अशी आग लागली होती ती सतत तीन वर्षें भडकत होती. शेवटीं खाणींतून निघणारा गॅस भराभर यंत्र सहाय्यानें उपसून दूर नेऊन सोडल्यावर आग आटोक्यांत आली. एखाद्या विहिरीला किंवा खाणीला आग लागली कीं लक्षावधि रुपयांचें नुकसान होतें.

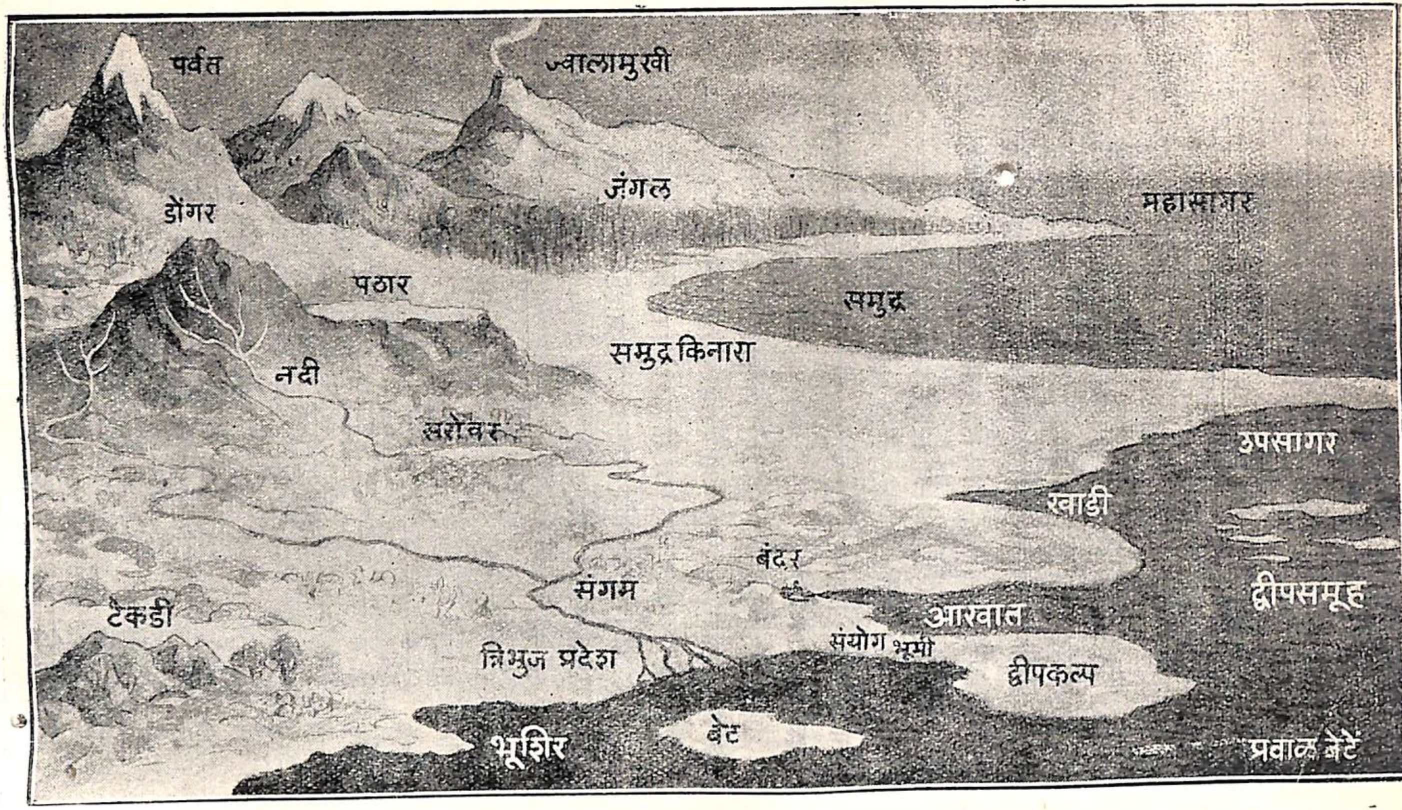
इतर कांहीं महत्त्वाची माहिती

आतांपर्यंत पृथ्वीसंबंधीची बरीच माहिती आपण मिळविली आहे. या ठिकाणीं पृथ्वीचा आकार व नैसर्गिक रचना पूर्ण झाल्यावर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर मनुष्याच्या सुखसोयींच्या दृष्टीनें ज्या नैसर्गिक रचना झाल्या त्यांची माहिती घेऊं या.



पृथ्वीचें कवच आकसल्यामुळें तयार होणारे डोंगर

पर्वत–डोंगरपर्वतांची उत्पत्ति पृथ्वीचा गोळा थंड होत असतांनाच झाली. पृथ्वीचें कवच मऊ असतांना समुद्राच्या पाण्याच्या दाबामुळें समुद्राखालचा भाग दाबला जाऊन समुद्रकिनाऱ्यावर मोठमोठे पर्वत व त्याच्या रांगा निर्माण झाल्या. एखादें फळ वाळूं लागलें म्हणजे जसें सुरकततें त्याप्रमाणें पृथ्वीचें कवच थंड होतांना तें कुठें दबलें, कुठें दबलें नाहीं, जिथें दबलें तेथें खोल भाग निर्माण झाले, जे भाग उंच राहिले ते


पर्वत
ज्वालामुखी
डोंगर
जंगल
महासागर
पठार
समुद्र
समुद्र किनारा
नदी
सरोवर
उपसागर
खाडी
बंदर
संगम
द्वीपसमूह
टेकडी
आखात
संयोग भूमी
त्रिभुज प्रदेश
द्वीपकल्प
भूशिर
बेट
प्रवाळ बेटें

पर्वत झाले. टेकड्या व डोंगर यांच्यापेक्षां पर्वतांची उंची जास्त असते. साधारणतः सरासरी ३००० फूट उंचीपेक्षां जास्त उंची असली म्हणजे पर्वत म्हणण्याची प्रथा दिसते.

डोंगर–पर्वतापेक्षां कमी उंचीचे. साधारणतः १००० ते ३००० फूट उंचीपर्यंत असलेल्या उंचवट्यांना डोंगर म्हणतात असें दिसतें. पर्वताची किंवा डोंगराची उंची समुद्रसपाटीपासून मोजतात. इंग्रजींत पर्वत व डोंगर या दोघांनाहि Mountain असें नांव आहे.

टेकड्या (Hill)–जमिनीवरील लहान मोठ्या उंचवट्यास, पण डोंगराच्यापेक्षां उंचींत कितीतरी लहान, यांना टेकड्या म्हणतात. टेकड्यांची उंची त्या त्या ठिकाणच्या प्रदेशाच्या सपाटीपासून मोजतात व त्यांना स्थानिक महत्त्वच विशेष असतें.

पठार (Plateau)–डोंगर पर्वतावरील सपाटी किंवा मैदान. कित्येक पठारांवर पाऊस कमी पडतो. कारण डोंगर ओलांडून जातांना पाऊस पडून जातो व नंतर ढग मोकळे होतात. हिमालयाकडील तिबेटचे पठारावर याच कारणामुळें पाऊस पडत नाहीं. हिमालयाच्या दक्षिण उतरणीवर सर्व पाऊस पडून जातो.

अरण्य (Jungle)–कोणत्याहि प्रकारच्या वृक्षांची दाट झाडी. पृथ्वीवर हजारों मैल लांबी रुंदीचीं अरण्यें पसरलेलीं आहेत. अरण्यें विशेषतः डोंगरपर्वतांमधून व त्याच्या पायथ्याशीं असतात. अरण्यांमुळें हवामान थंड राहतें, पाऊस पडण्यास सहाय्य होतें, अरण्यांतील वृक्षांच्या लाकडाचा सर्पणासाठीं व इमारतीसाठीं उपयोग होतो. त्यांतील वनस्पतींचा औषधा-साठीं उपयोग होतो. कित्येक वृक्षांच्या साली औषधासाठीं व रंगासाठीं उपयोगांत येतात.

समुद्र (Sea)–पृथ्वीवरील कोरड्या भूप्रदेशापासून अलग असा खाऱ्या पाण्याचा प्रचंड सांठा म्हणजे समुद्र. दोन खंड जोडणाऱ्या मोठ्या समुद्राला **महासागर** (Ocean) म्हणतात.

समुद्रकिनारा (Sea-shore)–ज्या ठिकाणीं समुद्राचें पाणी उघड्या भूप्रदेशास स्पर्श करतें तो भूप्रदेशाचा पट्टा. समुद्राचा कांठ.

समुद्रकिनारा जितका दंतुर म्हणजे वेडावांकडा असेल तितका तो चांगला; कारण त्यामुळें पुष्कळ नैसर्गिक बंदरें मिळूं शकतात व त्यामुळें व्यापारवाढीच्या दृष्टीनें फार फायदा होतो.

नदी (River)—सतत वाहणारा व बऱ्याच लांब प्रदेशामधून वाहणारा पाण्याचा प्रवाह. नदीचा उगम डोंगर पर्वतांतील एखाद्या मोठ्या झऱ्यापासून, सरोवरापासून किंवा लहान लहान ओहोळ एकत्र मिळाल्यामुळेंहि होतो. नद्यांना कालवे काढून शेजारच्या प्रदेशांत शेतीसाठीं पाणी नेतां येतें. मानवी जीवनाला पाणी आवश्यक असल्यामुळें नदीकांठीं शहरें व खेडीं विशेषेंकरून वसवितात. नद्यांतील पाणी डोंगरमाथ्यावरील माती धुवून आणून किनाऱ्यावर पुरांच्या दिवसांत पसरतात. या गाळामुळें नदीकांठची जमीन सुपीक बनते.

संगम—दोन नद्या ज्या ठिकाणीं एकत्र मिळतात त्या ठिकाणाला संगम म्हणतात. संगमानंतर जी नदी वाहते तिला मिळालेल्या दोन नद्यांपैकीं जी मोठी नदी असेल तिचेंच नांव पडतें. संगमापुढें पाण्याचा प्रवाह मोठा होतो. कारण त्या ठिकाणापासून दोन नद्यांचें पाणी एकत्र होतें. संगमाचें ठिकाण हिंदूंना फार पवित्र वाटतें. त्यामुळें ज्या ठिकाणीं नद्यांचा संगम झाला असेल त्या ठिकाणाला क्षेत्राचें महत्त्व प्राप्त होतें.

सरोवर (Lake)—पाण्याचा मोठा सांठा. सरोवरें डोंगरांच्या रांगांमध्यें, डोंगरमाथ्यावर किंवा डोंगरांच्या पायथ्याशीं विशेष असतात. सपाट मैदानांतहि असतात. सरोवरापासून एखाद्या नदीचाहि उगम होतो.

तळें—सरोवराची लहान आवृत्ति. जमिनीच्या खोलगट भागांत पाणी सांचून लहानमोठीं तळीं निर्माण होतात.

उपसागर (Bay)—समुद्राचा भूभागांत शिरलेला मोठा व रुंद भाग. उदा. बंगालचा उपसागर.

खाडी—नदी समुद्रांत मिळते त्या ठिकाणीं समुद्राचें पाणीच नदीच्या पात्रांत चढतें. हें समुद्राचें पाणी ज्या भागापर्यंत चढतें त्यास खाडी म्हणतात. खाडी म्हणजे एकप्रकारें लहान आखातच.

आखात (Gulf)—जमिनींत घुसलेला समुद्राचा भाग.

द्वीपसमूह—द्वीप म्हणजे बेट. द्वीपसमूह म्हणजे बेटांचा समूह.

द्वीपकल्प (Peninsula)—जमिनीच्या तीन्ही बाजूस समुद्राचें पाणी असलेल्या भागास द्वीपकल्प म्हणतात. स्पेन हें द्वीपकल्प आहे. आपला हिंदुस्थान हाहि एक मोठें द्वीपकल्प आहे.

संयोगभूमि (Isthmus)—दोन भूप्रदेश जोडणारा जमिनीचा अरुंद पट्टा. या जमिनीच्या दोन्ही बाजूस समुद्र असतो.

सामुद्रधुनी (Strait)—दोन समुद्र जोडणारा समुद्राचा लहानसा भाग. भू-मध्यसमुद्र व काळा समुद्र जोडणारी दार्दानेल्सची सामुद्रधुनी प्रख्यात आहे.

बेट (Island)—जमिनीच्या सभोंवतीं पाणी असलें म्हणजे त्या जमिनीच्या भागाला बेट म्हणतात.

भुशीर (Cape)—जमिनीच्या समुद्रांत शिरलेल्या टोंकाला भूशीर म्हणतात.

त्रिभुज प्रदेश (Delta)—नदी ज्या ठिकाणीं समुद्राला मिळते त्या ठिकाणीं तिच्यांतून वाहून आलेला गाळ सांचून नदीच्या पात्राला फांटे फोडून जो त्रिकोणाकृति प्रदेश बनतो त्यास त्रिभुज प्रदेश म्हणतात.

बंदर—समुद्रकिनाऱ्यावरील गलबतें कांठाला लावण्याची, माल चढवण्या उतरण्याची वगैरे सोयी असलेलें शहर. बंदरें दोन प्रकारचीं असतात. एक नैसर्गिक (Harbour) व दुसरें मानवी प्रयत्नांनीं तयार केलेलें बंदर (Port). नैसर्गिक बंदर बहुधा समुद्र जमिनीच्या भागांत शिरून वळसा घेतो अशा ठिकाणीं असतें. त्यामुळें समुद्रावर तुफान झालें तरी समुद्राच्या आंत शिरलेल्या फांट्यावर त्याचा फारसा परिणाम न होतां पाणी बरेंच शांत राहतें. यामुळें गलबतें निर्धोकपणें बंदरांत नांगरून राहतात. आपल्याइकडील मुंबई बंदर हें असेंच नैसर्गिक बंदर आहे. ज्या ठिकाणीं अशी सोय नसेल, पण अशी सोय करून घेणें अवश्य असेल त्या ठिकाणीं मोठे बांध वगैरे घालून सोय करावी लागते. मद्रासचें बंदर हें अशा प्रकारचें बांधलेलें बंदर आहे.

प्रवाळ बेटें (Coral islands)—प्रवाळ नांवाचे प्राणी समुद्रांत मरून त्यांच्या असंख्य सांगाड्यांचे डोंगरच्या डोंगर तयार होतात व कालांतरानें या डोंगरांचीं शिखरें समुद्रावर डोकावूं लागतात. हीं शिखरें म्हणजेच प्रवाळ बेटें होत.

भरती–आहोटी

समुद्राच्या पाण्याला दिवसांतून साधारणतः दोनदां भरती येते व दोनदां ओहोटी लागते. भरती सुरू होते त्यावेळीं पाण्यावरील लाटा आकारानें मोठ्या होतात व समुद्रकिनाऱ्याकडे जोरानें धांवत येऊन त्यावर पसरतात. हळूं हळूं या लाटा समुद्रकिनाऱ्यावर पुढें सरकत सरकत ४००–५०० फुटांपर्यंत किनाऱ्यावर चढतात. भरती जशी वाढूं लागते तसतशा लाटा वेगानें धांवतात व पाणी चढूं लागतें. पूर्ण भरतीच्या वेळीं पाणी साधारणतः २० ते ५० फुटांपर्यंत उंच चढतें. अशा रीतीनें पूर्ण भरती आली म्हणजे पाणी जास्तींत जास्त उंच चढलें कीं भरती ओसरूं लागते. भरती ओसरूं लागली कीं लाटांची उंची व किनाऱ्यावर धांवत जाण्याची प्रवृत्ति कमी होत जाते व या लाटा किनाऱ्याकडे वेगानें धांवण्यापेक्षां समुद्राकडेच अधिक वेगानें परततांना दिसतात. अशा रीतीनें पाणी ओसरण्याची ही क्रिया साधारणतः सहा तास चालू असते. भरतीनंतर पाणी ओसरण्याची होणारी क्रिया पूर्ण झाली म्हणजे थोडा वेळ समुद्र अगदीं शांत झाल्यासारखा दिसतो व पुन्हां भरतीच्या कार्याला समुद्र लागतो व लहान लहान खेळकर लहरी पाण्यावर उचंबळूं लागतात. या लहरींच्या लहान लहान लाटा होतात व थोड्या वेळानें त्या ऐन भरांत येऊन एकमेकांचा जोरानें पाठलाग करीत किनाऱ्यावर जाऊन जोरानें चढतात किंवा मधेंच खडक असला तर त्यावर आदळून फुटून उसळतात. अशी ही मनोहर क्रिया लक्षावधि वर्षें अगदीं नियमबद्ध चालू आहे!

भरती–ओहोटीचीं कारणें

मागें आकाशांतील सर्व ग्रह किंवा तारे एकमेकाला एका अदृश्य शक्तीनें आपल्याकडे ओढीत असतात असें सांगितलेलें आहे. ही गोष्ट खरी असल्याचें स्पष्ट दिसतें. ही गोष्ट सर्वत्र आढळून येते म्हणजे आकर्षणाचे परिणाम प्रत्यक्ष आणि सतत दिसून येतात आणि म्हणूनच तो एक नियम झाला आहे. या नियमाला **गुरुत्वाकर्षणाचा नियम** म्हणतात. हा गुरुत्वाकर्षणाचा नियम हेंच समुद्राच्या भरती–ओहोटीला

कारण आहे. पृथ्वीवर सूर्याची प्रचंड ओढ आहे. त्याचप्रमाणें पृथ्वीच्या अगदीं शेजारचा व पृथ्वीपासूनच जन्मलेला उपग्रह जो चंद्र त्याच्याहि आकर्षणाचा परिणाम पृथ्वीवर होत असतो. चंद्र हा पृथ्वीच्या अगदीं जवळ असल्यामुळें सूर्यापेक्षां तो लहान असला तरी त्याची ओढच अधिक प्रभावी होते.

पृथ्वीच्या भूभागालाहि भरती येते

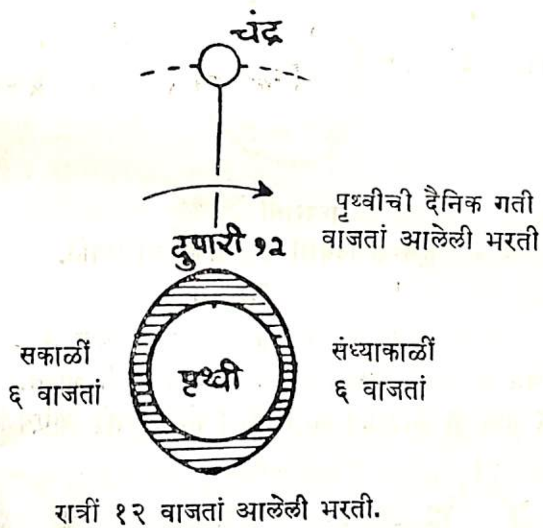
आतांच सांगितलें कीं **सूर्यचंद्राच्या आकर्षणाचा परिणाम पृथ्वीवर होतो**, ही गोष्ट प्रत्यक्ष अनुभवानेंहि सिद्ध झालेली आहे. हारवर्ड युनिव्हर्सिटींतील (अमेरिकेंतील) शास्त्रज्ञांनीं बिनतारी संदेशाच्या सहाय्यानें संशोधन करून असें सिद्ध केलें आहे कीं **अमेरिका व युरोप या दोन खंडांतील अंतर रोज ६५ फुटानें कमीअधिक होतें** म्हणजे चंद्राच्या व सूर्याच्या ओढीचा परिणाम पृथ्वीच्या भूभागावरसुद्धां होतो; म्हणजे पृथ्वीचा हा प्रचंड गोल चंद्राच्या आकर्षणामुळें रोज ५० फुटांपर्यंत उंच ओढला जातो व खालीं बसतो. म्हणजे पृथ्वीवरील विषुववृत्तावर रोज बरोबर दोन विरुद्ध बाजूस ५० फूट उंचीच्या दोन टेकड्या निर्माण होतात व पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें या दोन टेकड्या सर्व पृथ्वीभोंवतीं फिरतात. म्हणजे जर बंगालच्या उपसागरांतील भागाला भरती आली तर इंग्लिश खाडींतील भाग दबला जाईल. असला हा भूपृष्ठाच्या भरती-ओहोटीचा प्रकार प्रत्यहीं चालू आहे.

समुद्राची भरती आणि ओहोटी

चंद्रसूर्याच्या आकर्षणाचा परिणाम होऊन कठीण व एकगठ्ठा असलेलें पृथ्वीचें कवचसुद्धां जर उचललें जातें तर समुद्राच्या पाण्यासारखा प्रवाही पदार्थ उचलला गेला तर त्यांत नवल कसलें? तेव्हां आतां ही भरती येते कशी, ओहोटी कशी लागते वगैरे पाहूं. पुढें भरती-ओहोटीसंबंधींच्या चार आकृती दिलेल्या आहेत त्या एकदां लक्ष्यपूर्वक पाहून घ्या, म्हणजे भरती-ओहोटीचा हा चमत्कार सहज उमगेल.

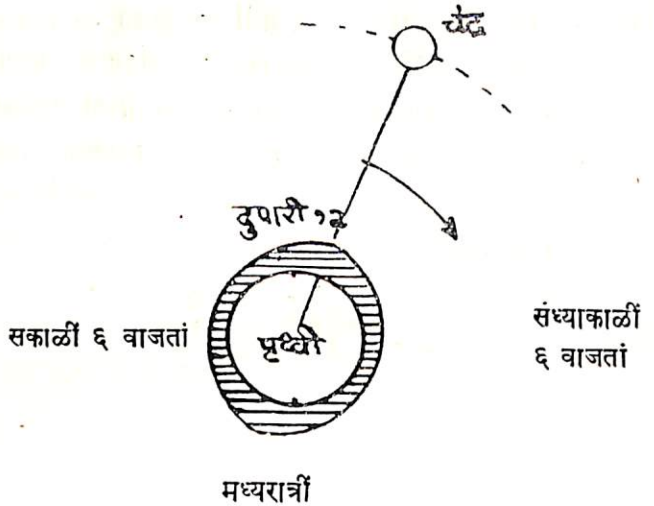
पहिली आकृति पाहा. अमावास्येच्या दिवशीं दुपारीं बारा वाजतां भरती आलेली आहे असें गृहित धरलें तर त्या दिवशीं सकाळीं ६ वाजतां

व संध्याकाळीं ६ वाजतां ओहोटी असते व रात्रीं १२ वाजतां पुन्हां भरती येते. आतां त्याच्या दुसरे दिवशीं म्हणजे प्रतिपदेस काय होईल तें पाहूंया. चंद्र आज कांहीं कालच्या ठिकाणीं राहणार नाहीं. तो पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा घालीत असल्यामुळें पुढें (म्हणजे पश्चिमेकडे) सरकलेला असतो. यामुळें काल ज्या ठिकाणीं दुपारीं बरोबर १२ वाजतां चंद्राच्या आकर्षणामुळें भरती आली होती त्या ठिकाणीं पुन्हां चंद्र येण्यास कालच्यापेक्षां साधारणतः



आकृति १

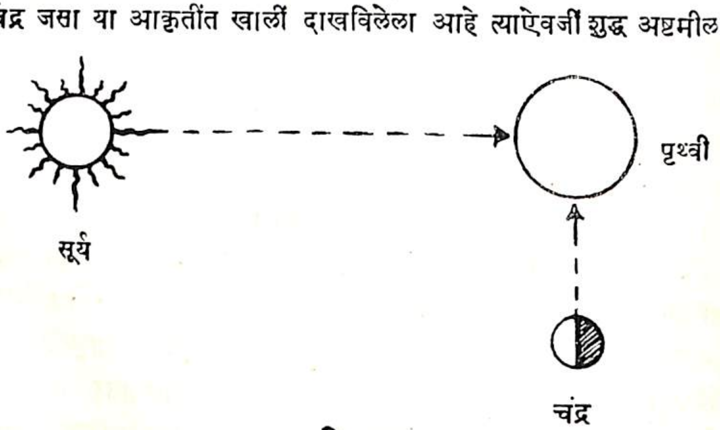
५०-५१ मिनिटें वेळ लागणार म्हणजे आज त्या ठिकाणीं दिवसां बरोबर १२ वाजतां भरती न येतां १२ वाजून ५०-५१ मिनिटांनीं येणार. याचें कारण चन्द्राची गति हें आहे; आणि याच कारणामुळें रोज भरती आदल्या दिवसापेक्षां थोड्या उशीरानें येईल. या दुसऱ्या आकृतींत दुसरे दिवशीं दुपारीं बारा वाजतां चन्द्र त्या ठिकाणच्या माथ्यावर नसून त्या ठिकाणापर्यंत त्याला यायला अजून थोडें अन्तर चालून यावयाचें असून त्याला आणखी कांहीं वेळ कसा लागेल हें दाखविलेलें आहे. तसेंच चन्द्र जसजसें स्थान बदलतो त्याप्रमाणें भरतीचें ठिकाणहि कसें बदलतें हेंहि या दुसऱ्या आकृतीवरून स्पष्ट होईल.



दुसऱ्या दिवशीं १२ वाजताची स्थिति.

आकृति २

आतां ही तिसरी आकृति पुन्हां पाहा. वद्य अष्टमीला सूर्य, पृथ्वि व चंद्र यांचीं स्थानें या आकृतींत दाखविलेलीं आहेत. वद्य अष्टमीला चंद्र जसा या आकृतींत खालीं दाखविलेला आहे त्याऐवजीं शुद्ध अष्टमीला

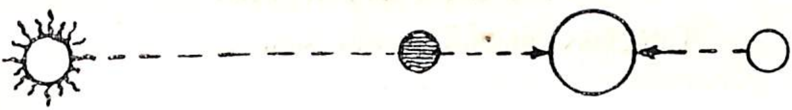


आकृति ३ (वद्य अष्टमीचा)

तो सध्यांच्या बरोबर विरुद्ध दिशेस असेल हें लक्षांत ठेवावें; म्हणजे वद्य अष्टमीला जी परिस्थिति असते तशीच स्थिति शुद्ध अष्टमीला असते. फक्त जागेचा फरक पडतो हें लक्षांत येईल. तेव्हां या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें

पृथ्वीवर सूर्य व चंद्र या दोघांची दोन दिशांनीं ओढ लागते व त्यामुळें पाणी कोणत्याहि एकाच दिशेला जोरानें उचललें जात नाहीं; आणि यामुळें वद्य अष्टमीला काय किंवा शुद्ध अष्टमीला काय भरती फार जोरानें येऊं शकत नाहीं. (अष्टमीच्या भरतीला भांगाची भरती म्हणतात.)

आतां ही चौथी आकृति पाहा. या आकृतींत अमावास्येच्या व पौर्णिमेच्या दिवशीं सूर्य, चंद्र व पृथ्वि यांची स्थिति कशी असते हें दाखविलें आहे. यावरून हें दिसून येईल कीं अमावस्येच्या दिवशीं पृथ्वीच्या एकाच बाजूस सूर्य व चंद्र असल्यामुळें त्या दोघांची जोड ओढ पृथ्वीला लागते व त्यामुळें पाणी जास्त उंच उफाळतें म्हणजे फार मोठी भरती येते.



आकृति ४

पौर्णिमेच्या दिवशीं चंद्र सूर्याच्या विरुद्ध दिशेस असतो. त्यामुळें एका बाजूनें पृथ्वीवर सूर्याची ओढ असते तर दुसऱ्या बाजूनें चंद्राची ओढ असते. या दिवशींहि मोठी भरती येते, पण अमावास्येइतकी मोठी व जोराची भरती येत नाहीं.

दिवसांतून भरती दोनदां येते व ओहोटीहि अर्थातच दोनदां लागते. भरतीच्या दोन वेळांतील अंतर १२ तास २५ मिनिटें असतें. अमावास्येच्या किंवा पौर्णिमेच्या मोठ्या भरतीला **उधानाची भरती** म्हणतात.

भरतीच्या वेळीं काय होतें ?

भरती कशी, कोणत्या कारणामुळें व केव्हां येते हें सांगितलें. आतां भरती आली म्हणजे काय घडतें तें पाहूं. चंद्र पृथ्वीचा भाग आपल्याकडे आकर्षूं लागला म्हणजे त्याच्या समोरचा भाग त्याच्या दिशेनें उचलला जातो. समुद्राच्या तळापेक्षां समुद्राचें पाणी चंद्राला जवळचें असल्यामुळें

तेंच प्रत्यक्षपणें वर उसळलेलें दिसतें. याच वेळीं पृथ्वीची दुसरी बाजूहि चंद्राच्या बाजूला ओढली गेल्यामुळें त्या बाजूस समुद्राच्या तळाशीं थोडा खोलगट भाग तयार होतो. यामुळें आसपासचें पाणी तो भाग भरून काढण्यासाठीं त्या बाजूस भराभर धांवतें व यामुळें तिकडे भरती येते. पण या दोन बरोबर विरुद्ध बाजूंना अशा तऱ्हेची भरती येऊन पाणी चढतें तें कांहीं पृथ्वीवर बाहेरून कोठून येत नाहीं, तर पृथ्वीवरील या दोन बाजूंशिवाय राहिलेल्या दोन बाजूंस जें समुद्राचें पाणी असतें त्यांतीलच येणार व त्या बाजूला चंद्राचें आकर्षण नसल्यामुळें अर्थात् त्यावेळीं तिकडचें पाणी उतरणार म्हणजेच त्या भागांत ओहोटी लागणार.

भरती सर्वत्र सारखी नसते

विषुववृत्तावर चंद्रसूर्यांचें आकर्षण जास्त असल्यामुळें विषुववृत्ताच्या आसपासच्या समुद्रांत भरतीमुळें जितकें पाणी चढतें तितकें विषुववृत्तापासून दूरच्या समुद्रांत चढत नाहीं. तसेंच भूवेष्टित समुद्रांत, उदाहरणार्थ भूमध्यसमुद्र, काळा समुद्र यामध्येंहि भरती आली, तरी पाणी एक दोन फुटानेंच चढतें. कारण पाण्याचा पुरवठा कमी हें होय.

समजा, पृथ्वीवर जर सगळीकडे पाणीच असतें, जमीन अशी नसतीच तर एका रेखावृत्तावर एकाच वेळीं सर्वत्र भरती आली असती, व उत्तर आणि दक्षिणेकडून येणाऱ्या लाटा चंद्राच्या पाठोपाठ पूर्वेकडून पश्चिमेकडे याप्रमाणें धांवल्या असत्या.

उघड्या समुद्रावर ओहोटीच्या वेळीं पाण्याच्या उंचींत फक्त ३–३। फुटांचाच फरक पडतो, पण ज्या वेळीं सूर्यचंद्रांचें आकर्षण एकाच वेळीं व एकाच रेषेंत सुरूं होतें त्या वेळीं म्हणजे अमावास्येला आणि पौर्णिमेला भरतीच्या वेळीं ३९ फूट पाणी चढतें, असें म्हणतात. कांहीं समुद्रांत भरतीच्या वेळीं ४३–४५ फूट पाणी चढतें.

भरती आली कीं ज्या बंदरांत पाण्याची उंची कमी असते अशा ठिकाणीं पाणी चढतें व त्यामुळें मोठ्या बोटी त्या बंदरांत येऊं शकतात. अर्थात् त्यांना बंदरांतून बाहेर पडायचें झालें तर भरतीची वाट पाहावी

लागते. समुद्राला भरती आली कीं ज्या नदीचें मुख अरुंद असेल तींत समुद्राच्या लाटा जोरानें घुसतात व नदींतील पाणी हटवितात. यामुळें नदीचें पाणी तिच्या उगमाच्या दिशेकडे उलटतें. यामुळें नदीचें पाणी चढून जोरानें भिंतीसारखी लाट आंत जाऊं लागते. हा जो पाण्याचा लोंढा उलटून जोरानें आंत शिरतो त्याला **घोडा** म्हणतात.

समुद्राच्या लाटा

वारा सुरूं झाला कीं समुद्राच्या पृष्ठभागावर (किंवा नदी, सरोवर इत्यादींच्याहि) पाण्याची चलबिचल सुरूं करतो. या पाण्याच्या चलबिचलीमुळें लहानशा लाटा किंवा लहरी निर्माण होतात व वाऱ्याच्या दिशेनें हालूं लागतात. वारा जोराचा सुटं लागला तर त्याची उंची व रुंदी वाढते, व त्यांचा वेगही वाढतो. आपल्याला लाटा पुढें धांवत असतांना दिसतात. पण खरोखरी पाणी वाऱ्यासमोरच्या दिशेकडून मागें रेटलें जात असतें. यामुळें पाण्याची पुढें आणि मागें अशी सतत हालचाल चालूं होते.

लाटांचा खेळ पाहायचा तर समुद्रावर विशेषतः किनाऱ्यापासून बरेंच आंत गेलें पाहिजे. फार मोठ्या लाटा असल्या म्हणजे "डोंगराएवढ्या लाटा" म्हणण्याचा प्रघात आहे. पण खरोखरी अशा लाटा साधारणतः ४०-५० फूटच उंच असतात. मात्र पुढची लाट कमी होऊं लागली कीं मागची उंच लाट पाठोपाठ वेगानें धांवून येते, त्यामुळें त्यांची उंची फार वाटते. एका जहाजावरील ९० फूट उंचीवरचा दिवा लाटेच्या तडाख्यानें फुटला होता. यावरून ९० फुटांपर्यंत उंचीची (क्वचित जास्त) लाट असूं शकते असें दिसतें. पण इतक्या मोठ्या लाटा भयंकर तुफान असेल तरच उसळायच्या; नाहींतर सामान्यतः ५० फुटांच्या आसपासच त्यांची जास्तींत जास्त उंची असते. २०–२५ फूट उंचीच्या व ४५०-५०० फूट लांबीच्या लाटा पुष्कळ वेळां दिसून येतात. तसेंच दोन लाटांच्या माथ्यामधील अंतर ५००–६०० फूट असूं शकतें. या त्यांच्या अजस्र आकारावरून तुफानांत असल्या लाटांच्या तडाख्यांत सांपडणाऱ्या जहाजांची काय अवस्था होत असेल याची कल्पना येईल.

मोठ्या लाटा एका मिनिटाला ३–४ याप्रमाणें किनाऱ्यावर येतात. ज्या दिशेनें लाटा वाहात असतील त्याच दिशेनें जोराचा वारा सुटला तर अर्थातच लाटांची उंची व वेग वाढतो. मध्यम प्रकारच्या लाटा भरतीच्या वेळीं ताशीं ४०–४५ मैलांच्या वेगानें धांवतात. लाटांचा आतांपर्यंत मोजला गेलेला जास्तींत जास्त वेग ताशीं ७२॥ मैल आहे. तुफानांत वारा ११५ मैल वेगानें वाहातो असें आढळून आलेलें आहे. यावरून वाऱ्याचा वेग व समुद्राच्या लाटांचा वेग यांचा कांहीं विशेष संबंध दिसत नाहीं. कित्येक वेळां मागच्या लाटा वेगानें येऊन पुढच्या लाटांना मागें टाकतात. अशा रीतीनें हा लाटांचा खेळ अखंड चालू आहे.

समुद्र कधींच शांत नसतो

वाऱ्याशिवाय समुद्राच्या पाण्यावर सत्ता चालविणारी दुसरी शक्ति म्हणजे भरती–ओहोटी व तिसरी शक्ति म्हणजे समुद्रांतील पाण्याचे अंतःप्रवाह. या तीन कारणांमुळें समुद्र हा कधींच शांत नसतो.

वाऱ्याचा परिणाम समुद्राच्या पृष्ठभागाखालील जास्तींत जास्त १००० फुटांपर्यंत होतो. पण भरती–ओहोटीमुळें यापेक्षांहि खोलीवरचें पाणी हालतें. समुद्रांत निरनिराळ्या ठिकाणीं ज्याप्रमाणें उष्णतामान असतें त्याप्रमाणें थंड व उष्ण पाण्याचे प्रवाह वाहात असतात. यामुळें तर पांच सात हजार फुटांखालीलहि पाणी हालतें. या कारणामुळें समुद्र हा कधींच शांत नसतो.

चंद्र

सूर्याच्या ग्रहमालेंतील ग्रहांची क्रमानें आतांपर्यंत माहिती घेतली. आतां आपल्याला प्रत्यक्ष डोळ्यानें महिन्यांतून २६–२७ दिवस दिसणारा व आपल्या चांगल्या ओळखीचा आणि पृथ्वीच्या अगदीं जवळचा 'ग्रह' जो चंद्र त्याच्यासंबंधींची माहिती घ्यावयाची आहे.

चन्द्राला कुमुदबान्धव, हिमांशु, सुधांशु, सुधाकर, इन्दु, निशापति अशीं अनेक नांवें आहेत. यांपैकीं इन्दुशिवाय प्रत्येक नांव चंद्राचा एक एक गुण दाखवितें. कुमुदबान्धव म्हणजे कमळांचा मित्र. श्वेतकमळें चंद्र उगवला म्हणजे उमलतात म्हणून चंद्राला कुमुदबान्धव म्हणतात.

हिम म्हणजे थंड, अंशु म्हणजे किरणें, म्हणजे ज्याचीं किरणें थंड आहेत, आल्हाददायक आहेत असा चंद्र. सुधांशु म्हणजे ज्याचीं किरणें अमृतासारखीं आहेत तो. ' सुधाकर ' याचाहि अर्थ तोच. चंद्र हा रात्रीं उगवतो. म्हणून तो रात्रीचा स्वामी–निशापति होय. चंद्रकिरणांमुळें कांहीं वनस्पतींमध्यें औषधी शक्ति निर्माण होते म्हणून चंद्राला **ओषधीश** असेंही म्हणतात.

चंद्र हा कवींचा व लेखकांचा फार लाडका आहे. सुंदर स्त्रीच्या मुखाचें वर्णन करतांना कवि म्हणतो —

" कोणता मानूं चंद्रमा
भूवरीचा कीं नभींचा ? "

असें हें स्फूर्तिदायक चंद्रबिंब अत्यंत आल्हाददायक असतें. निरभ्र आकाशांत चंद्र प्रकाशत असतांना (विशेषतः शुद्ध अष्टमीपासून पौर्णिमेपर्यंत) तुम्ही कधीं गांवाबाहेर फिरायला गेला आहांत काय ? कधीं गेला नसल्यास एकदां जाच. चंद्राच्या शांत आणि रम्य किरणांत पृथ्वि न्हात असतांना तिचें मुग्धरूप पाहाच. विशेषतः आसपास जर लहानमोठ्या टेकड्यांचा, वृक्षराजीचा व नदीकांठचा प्रदेश असेल तर वसुंधरेचें अनुपम सौंदर्य पाहून तुम्ही दुःखी असला तरी त्या दुःखाचा तुम्हांला विसर पडेल. असें विलक्षण सामर्थ्य चंद्रप्रकाशांत आहे. चंद्राच्या प्रकाशकिरणांना अमृताची उपमा देतात, त्यांत केवढा अर्थ आहे हें तुम्ही अनुभव घ्याल तेव्हांच कळेल.

पण हा चंद्र एक शापित शक्ती आहे

भरती–ओहोटीमुळें मानवी सुखांत भर घालणारा, आल्हाददायक प्रकाश देणारा, वनस्पतींना औषधी शक्ति देणारा हा चंद्र एक मृतलोक आहे. दुसऱ्यांचें जीवन सुखी करणाऱ्या चंद्रावर एकहि वृक्षवेल उगवत नाहीं, एकहि मनुष्य जगूं शकत नाहीं, एवढेंच नव्हे तर त्याचा अमृततुल्य प्रकाश हाहि त्याचा स्वतःचा नाहीं, अशी ही शापित देवता आहे.

चंद्राची उत्पत्ति व स्थान

चंद्राच्या उत्पत्तिसंबंधीं दोन मतें प्रचलित आहेत. एक मत असें कीं ज्याप्रमाणें गुरु, शनि या ग्रहांनीं आकाशांत इतस्ततः फिरणाऱ्या कांहीं

लहान गोलांना आपल्या आकर्षणशक्तीनें ओढून आपल्याभोंवतीं फिरवत ठेवलें आहे त्याचप्रमाणें पृथ्वीनेंहि एक तुकडा ओढून आपल्याभोंवतीं फिरत ठेवला आहे, तोच हा चंद्र होय. दुसरें मत असें कीं आपली पृथ्वि ५–६ कोटी वर्षांपूर्वी ज्यावेळीं स्वतःभोंवतीं सध्यांच्या वेगापेक्षां कितीतरी-पट अधिक वेगानें फिरत होती त्यावेळीं तिच्यांतून एक तुकडा उडाला; पण थ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळें तो अनंत आकाशांत कुठें गडप न होतां तिच्यांभोंवतीं फिरत राहिला. हा जो तुकडा उडाला तो सध्यांच्या पॅसिफिक महासागरांतील भूभाग होय. हा तुकडा म्हणजेच आपला चंद्र.

चंद्राचें स्थान व पृथ्वीपासूनचें अंतर, आकार इत्यादि

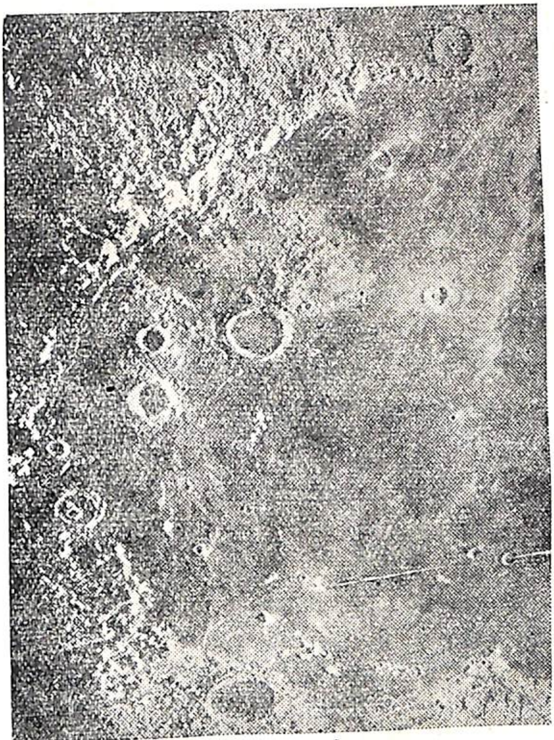
हिंदूंच्या पौराणिक कल्पनेप्रमाणें चंद्राला नवग्रहांत दुसरें स्थान आहे. पण नव्या शास्त्रीय कल्पनेप्रमाणें चंद्राला ग्रहमालेंत मुळींच स्थान नाहीं. कारण तो स्वतंत्र ग्रह नसून एका ग्रहाचा म्हणजे पृथ्वीचा उपग्रह म्हणजे चंद्र आहे. पृथ्वीप्रमाणेंच चंद्र हाहि एक गोल आहे. चंद्राचा व्यास २१६३ मैल आहे; म्हणजे पृथ्वीच्या व्यासाच्या $\frac{१}{४}$ च्या आसपास आहे. एकूण ४९ चंद्र मिळून आपली पृथ्वि होईल, एवढा लहान चंद्राचा आकार आहे. पण पृथ्वीचें वजन मात्र चंद्राच्या ८१ पट आहे. चंद्राचें पृथ्वीपासूनचें सरासरी अंतर २३९,००० मैल आहे.

चंद्रावरील सृष्टि

पौर्णिमेच्या पूर्ण चंद्राकडे पाहिलें तर त्यावर मध्यंतरीं हरणासारख्या आकाराचा काळा आकार दिसतो. चंद्राच्या रथाला हरण जोडलेलें आपल्या पौराणिक चित्रांतून दाखवितात, त्याचें कारण हेंच असावें. पण ही जी चंद्रबिंबावर हरणासारखी काळी आकृति दिसते ती त्याच्यावरील डोंगर व दऱ्या यांच्या सावल्यांमुळें दिसते. चंद्रावरील डोंगर पृथ्वीवरील डोंगरा-पेक्षांहि सामान्यतः उंच आहेत व त्यांचे कडे उंचच उंच आणि तुटलेले आहेत. **चंद्रावर वातावरण नाहीं, पाऊस नाहीं, पाणी नाहीं.**

चंद्रावरील पृष्ठभागाचा एक फोटो सोबत छापला आहे. त्यांत तुम्हांला ज्वालामुखीच्या तोंडासारखीं अनेक तोंडें असल्याचें दिसेल. कांहीं

तोंडें ५० ते १०० मैल रुंद आहेत. या ज्वालामुखीसारख्या दिसणाऱ्या तोंडावरून चंद्रावर जिवंत ज्वालामुखी एके काळीं असावेत असें एक मत आहे, तर हे ज्वालामुखी नसून उल्का पडल्यामुळें हे असे खोल आणि वर्तुलाकार भाग निर्माण झाले आहेत असेंहि एक मत आहे.



चंद्रावरील भूप्रदेश

चंद्रावर उंचच उंच व खडबडीत भाग आहे, तसा सपाट असाहि कांहीं भाग आहे. पण सूर्याचा प्रकाश घेऊन तो पृथ्वीवर परावर्तित करण्याचें कार्य हे उंच व खडबडीत भागच करतात.

चंद्रावरील प्राणिसृष्टि

चंद्रावर कसलाच प्राणी जिवंत राहणें शक्य नाहीं. याचें मूळ कारण असें कीं, चंद्राचा आकार लहान असल्यामुळें त्याच्या अंगची गुरु-

त्वाकर्षणाची शक्ति फार कमी आहे. चंद्राची गुरुत्वाकर्षणशक्ति सूर्याच्या $\frac{१}{२७५}$ व पृथ्वीच्या $\frac{१}{६}$ आहे. इतकी आकर्षणशक्ति कमी असल्यामुळें पृथ्वि ज्याप्रमाणें हवेला आकर्षून आपल्याभोंवतीं ठेवूं शकते त्याप्रमाणें चंद्राला करत येत नाहीं. हवा नाहीं म्हणून वातावरण नाहीं, वातावरण नाहीं म्हणूनां सूर्याची उष्णता चंद्रावर टिकून राहूं शकत नाहीं. त्यामुळें चंद्रावर दिवसां उकळत्या पाण्याइतकी तीव्र उष्णता तर रात्रीं अगदीं कडाक्याची थंडी असला प्रकार आहे. हवा नाहीं त्यामुळें उष्णता टिकूं शकत नाहीं, उष्णता टिकूं शकत नाहीं म्हणून पाणी नाहीं, पाणी नाहीं मग त्याची वाफ होऊन पाऊस तरी कोठून पडणार ? पाऊस नाहीं म्हणून वनस्पति नाहीं. तेव्हां श्वासोच्छ्वासाला हवा नाहीं, प्यायला पाणी नाहीं, खायला वनस्पति नाहीं अशा स्थितींत माणसं आणि जनावरं तरी चंद्रावर कुठलीं असणार ! सारांश चंद्रलोक अगदीं ओसाड आहे.

चंद्रलोकावरील कांहीं मौजा

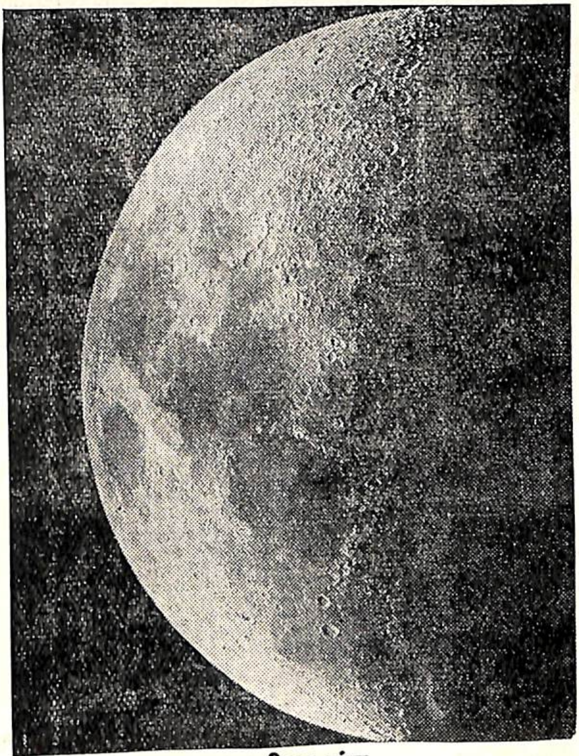
पण समजा, इतक्याहि अडचणीला न जुमानतां कांहीं अतर्क्य अशा शक्तीमुळें माणसें चंद्रावर राहूं लागलीं तर काय काय मौजा होतील त्या पाहा.

चंद्राची गुरुत्वाकर्षणाची शक्ति पृथ्वीच्या $\frac{१}{६}$ असल्यामुळें आपलें वजन पृथ्वीवर जर ९० पौंड भरलें तर चंद्रावर तें फक्त १५ पौंडच भरेल. हवा नसल्यामुळें आपण कितीहि ओरडून दुसऱ्याला हांक मारली किंवा तोफ जरी उडविली तरी शेजारीं दोन फुटांवर उभा राहिलेल्या माणसाला कांहींएक ऐकूं जायचें नाहीं. क्रिकेटची मॅच जर चंद्रावर खेळायची ठरविली तर फार बहार उडेल ! कारण चेंडू मारल्यावर तो गुरुत्वाकर्षण कमी असल्यामुळें बंदुकीच्या गोळीप्रमाणें सपाट्यानें उडेल आणि क्षेत्ररक्षण करणाऱ्या खेळाडूला २०–२५ फूट उंच उडी मारून पकडतां येईल. सायकल जशी वेगानें पळते तितक्या वेगानें चेंडूमागें धांवतां येईल व एखाद्या नायडूनें जोरानें सिक्सर मारली तर आकाशांत चेंडू इतका उंच उडेल, कीं कांहीं वेळ तो दिसायचाच नाहीं ! चेंड ठोकला कीं प्रेक्षक जोरानें

टाळ्या वाजवितील, पण आपल्याला त्या ऐकायला यायच्या नाहींत! सगळा मूक चित्रपटांतल्या देखाव्याप्रमाणें प्रकार होईल! खरंच किती मौज येईल अशी मॅच पाहण्यांत! पण शक्य नाहीं ती गोष्ट.

चंद्राच्या कला आणि पूर्णबिंब

सूर्याचा प्रकाश नेहमीं चंद्राच्या अर्ध्या पृष्ठभागावर पडतो. हा चंद्राचा संपूर्ण अर्धा भाग आपल्याला फक्त पौर्णिमेच्या दिवशीं दिसतो. तेव्हां चंद्राचा फक्त $\frac{1}{4}$ भाग महिन्यांतून शुद्ध अष्टमी आणि वद्य अष्टमी या दोन दिवशीं दिसतो. (म्हणजे पौर्णिमेला जेवढा भाग दिसतो त्याचा निम्मा भाग अष्टमीला दिसतो.) ज्या वेळीं चंद्राच्या एका बाजूस आपण व दुसऱ्या बाजूस सूर्य असतो त्यावेळीं अमावास्या असते व जेव्हां आपण व चंद्र एका बाजूस व सूर्य विरुद्ध दिशेस असेल त्या वेळीं पौर्णिमा असते.



अष्टमीचा चंद्र

चंद्र महिन्यांतून पृथ्विभोंवतीं फक्त एकदांच फिरतो. चंद्राची पृथ्विभोंवतींची प्रदक्षिणा व स्वतःभोंवतींची प्रदक्षिणा बरोबर एक महिन्यांत संपते, (२७ दिवस ७ तास ४३ मिनिटें) म्हणून आपल्याला चंद्राची नेहमीं एकच बाजू सतत दिसते. शिवाय पूर्ण चंद्रबिंब फक्त पूर्वेला आणि पौर्णिमेला दिसतें. पौर्णिमेला सूर्य पश्चिमेला मावळला न मावळला इतक्यांत पूर्वेकडे चंद्र उगवतो. शुद्ध प्रतिपदेला चंद्र, आपण व सूर्य यांच्यामध्यें पश्चिमेला सूर्यास्तानंतर लगेच उगवतो व रोज हळूं हळूं सरकत सरकत पौर्णिमेला पूर्वेला उगवतो. चंद्र पृथ्विभोंवतीं वर्तुलाकार फिरत असल्यामुळें व स्वतः चंद्र एक गोल असल्यामुळें प्रतिपदेला चंद्राची अगदीं लहान कोर दिसते. द्वितीयेला चंद्र आपल्या भ्रमणमार्गावर आणखी पुढें गेलेला असतो त्यामुळें त्याचा आणखी प्रकाशित भाग आपल्याला दिसतो, म्हणजे प्रतिपदेपेक्षां चंद्रकोर वाढलेली दिसते. याप्रमाणें (रोज चंद्राचा $\frac{१}{२८}$ भाग) कोर वाढत जाते. व पौर्णिमेनंतर वरच्या उलट क्रिया होऊं लागते. अशा रीतीनें चंद्राच्या कला वाढतात व कमी होतात.

चंद्राचा खोडकरपणा

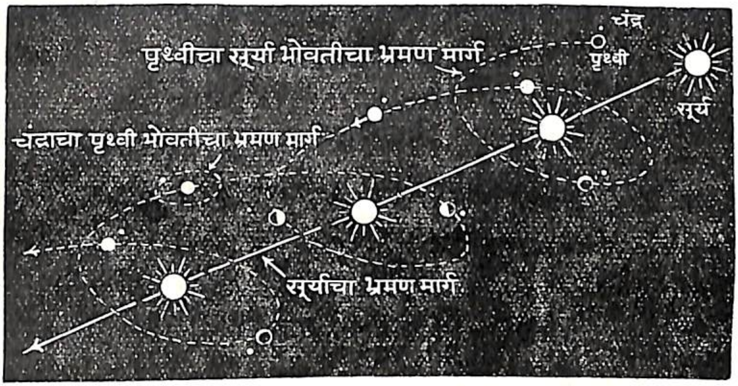
चंद्राकडे तोंड करून तुम्ही चालूं लागा म्हणजे तुमच्या पुढें पुढें चंद्र जातांना दिसेल! याच्या उलट तुम्ही त्याच्याकडे पाठ करून विरुद्ध दिशेस सरळ पळत सुटा व मधून मधून मागें चंद्राकडे पाहा, तरीहि चंद्र तुमचा जोरानें पाठलाग करतांना दिसेल. असा चंद्र खोडकर आहे!

पण खरोखरी चंद्र कांहींच करत नाहीं. त्याच्या विरुद्ध दिशेनें जायला लागलें तर तो मागें लागल्यासारखें वाटतें किंवा त्याच्याकडे तोंड करून चालूं लागलें कीं तो पुढें पुढें जातो. याचें कारण तो आपल्यापासून फार दूर अंतरावर आहे हें होय. कोठल्याहि दूरच्या व उंच वस्तूच्या बाबतींत हीच मौज अनुभवाला येईल.

चंद्राचा विनाश

चंद्रावर जीवनाला आवश्यक अशी परिस्थिति मुळींच अनुकूल नसल्यामुळें आज तो मृत स्थितींतच आहे. पण आहे त्या स्थितींतहि तो आपल्या फार उपयोगी पडतो. पण एका शास्त्रज्ञाच्या मताप्रमाणें सुमारें

२०,००० वर्षांनीं या चंद्राचे दोन तुकडे होतील व त्यानंतर त्याचे आणखी लहान लहान तुकडे होऊन शनीभोंवतीं जशीं अगदीं लहान लहान ग्रहांचीं कडीं आहेत त्याप्रमाणें पृथ्विभोंवतींहि या चंद्राच्या तुकड्यांचीं तयार झालेलीं कडीं फिरत राहतील.



पृथ्वी व चंद्र यांचे भ्रमणमार्ग किंवा कक्षा (Orbits)

पृथ्वि, गुरु, शुक्र इत्यादि ग्रहांना घेऊन सूर्यहि दुसऱ्या एका मोठ्या (आपणांस दिसत नसलेल्या) सूर्याभोंवतीं फिरत आहे. या चित्रांत पृथ्वी सूर्याभोंवतीं कशी फिरते व पृथ्वीभोंवतीं चंद्र कसा फिरतो हें दाखविलें आहे.

चंद्राची घडण

पृथ्वि ज्या मूलतत्त्वांची बनलेली आहे त्याच मूलतत्त्वांचा चंद्रहि बनलेला असल्यामुळें चंद्रावर खाणी खोदल्यास लोखंड किंवा इतर कांहीं धातू सांपडतील, पण त्यावर कधीं वनस्पतीसृष्टीच नसल्यामुळें दगडी कोळसा मात्र सांपडणार नाहीं.

चंद्र सूर्याकडून मिळणारा प्रकाश आपल्याकडे फेकतो. सूर्यकिरणाकडे आरसा धरला म्हणजे सूर्यकिरण जसे दुसऱ्या दिशेनें परतून कवडासा पाडतात तसाच प्रकार चंद्राच्या बाबतींत होतो. चंद्रप्रकाश सूर्याच्या फक्त $\frac{१}{५०००००}$ एवढाच असतो. तसेंच सूर्यकिरणापासून मिळणारी उष्णता

तो साठवून ठेवूं शकत नाहीं; तरी पण चंद्रकिरणाबरोबर पृथ्वीवर थोडीशी उष्णता येतेंच. मात्र चंद्रापासून मिळणारी उष्णता व सूर्यापासून मिळणारी उष्णता यांची तुलना केल्यास सूर्याची उष्णता चंद्राच्या १८००० पटीनें अधिक असते. शुद्ध अष्टमीचा चंद्र पौर्णिमेच्या चंद्राच्या $\frac{१}{८}$ ते $\frac{१}{९}$ तेजस्वी दिसतो व वद्य अष्टमीचा पौर्णिमेच्या चंद्राच्या फक्त $\frac{१}{१०}$ तेजस्वी दिसतो असें म्हणतात.

चंद्र दिवसा कोठें असतो?

केव्हां केव्हां चंद्र पश्चिमेला अगदीं सकाळच्या वेळीं अस्पष्ट दिसतो पण सूर्य जसा वर येऊं लागेल तसा तो दिसेनासा होतो; कारण सूर्याचा प्रखर प्रकाश. शुद्ध प्रतिपदेला किंवा द्वितीयेला सूर्य मावळला कीं लगेच पश्चिमेस चंद्र उगवलेला दिसतो. पण खरोखर चंद्र त्यावेळीं उगवत नाहीं तर तो सर्व दिवसभर सूर्याच्या मागूनच चाललेला असतो; पण सूर्याच्या तेजापुढें त्याचें उसनें तेज कमी पडतें म्हणून तो दिवसां दिसत नाहीं. चंद्रावर १५ दिवसांचा एक दिवस व १५ दिवसांची रात्र असते.

ग्रहणें

आतां आपल्याला चंद्रग्रहण व सूर्यग्रहण कसें लागतें यासंबंधीं विचार करावयाचा आहे. चंद्रग्रहण पाहिलें नाहीं असा मनुष्य सांपडणें कठीण. कारण दिसेल असें चंद्रग्रहण २–३ वर्षांच्या अवधींत पृथ्वीवरील बहुतेक सर्व ठिकाणीं लागतें. फार प्राचीन काळीं ज्या वेळीं कोणत्याहि गोष्टीबद्दल साधकबाधक अशी शास्त्रीय माहिती मनुष्याला मिळवतां येणें शक्य झालें नव्हतें अशा वेळीं जेव्हां मनुष्यानें चंद्रग्रहण किंवा सूर्यग्रहण पाहिलें तेव्हां त्याला हा काय प्रकार झाला हें कळलें नाहीं. थोड्या वेळानें ग्रहण सुटल्यावरहि पुन्हां त्यानें त्याबद्दल विचार केला, पण ग्रहण लागलें कां आणि सुटलें कसें हें कांहीं त्याला समजून आलें नाहीं. किंबहुना मानवी संस्कृतीच्या बालपणांत ही गोष्ट समजणें शक्यच नव्हतें. सतत निरीक्षण, अभ्यास, सृष्टिनियम इत्यादींची जेव्हां माहिती व्हावी तेव्हांच या ग्रहणाच्या कोड्याचा उलगडा व्हायचा.

पण एकदां असें कां होतें हा प्रश्न मनांत आला आणि त्याचें समाधानकारक उत्तर देतां आलें नाहीं किंवा मिळालें नाहीं म्हणजे मनुष्य स्वतःच्या मनाचें समाधान करण्याच्या हेतूनें कांहीं काल्पनिक गोष्टी रचतो व त्यामुळें हें असें झालें असलें पाहिजे असें ठरवून मन शांत करतो. चंद्रग्रहणाच्या किंवा सूर्यग्रहणाच्या बाबतींत प्राचीन हिंदूंची हीच अवस्था झाली; आणि या ग्रहणांच्यासंबंधींचें कोडें उलगडण्याकरितां एक मनोरम आणि चटकदार अशी राहूकेतूंची कथा बसविली. ही कथा ५३ पृष्ठावर दिलेली आहे. ती पुन्हां एकदां वाचा. हीच कथा हजारों वर्षें प्रचलित होती. प्रख्यात हिंदू गणिती भास्कराचार्य याला या भाकडकथा खोट्या असल्याचें कळून चुकलें होतें; एवढेंच नव्हे तर आज जीं शास्त्रीय कारणें ग्रहणासंबंधींची सर्वांना मान्य झालीं आहेत, तींहि त्याला माहीत असलीं पाहिजेत असें वाटतें पण तो या कल्पना लोकांच्यासमोर मांडायला भ्याला असावा. कारण जुन्या धार्मिक कल्पना टाकून नव्या ऐकणार कोण ? आणि समजा त्यांतून त्या कानावर घातल्या तर त्याचीं तीं अधार्मिक प्रमाणें ऐकून लोक आपला छळ करतील अशीहि भीति त्याला वाटली असावी. पृथ्वीभोंवतीं सूर्य, शनि वगैरे फिरत नसून सूर्याच्याभोंवतीं सर्व ग्रह फिरत आहेत ही अधार्मिक कल्पना मांडतांच कॉपरनिकसचा नाहीं का छळ झाला ? आपल्या इकडच्या राहू, केतू राक्षसांच्याप्रमाणेंच दुसरे कोणी राक्षस किंवा विचित्र प्राणी चंद्राला छळतात अशा कल्पना बहुतेक सर्व देशांत प्रचलित आहेत.

चंद्रग्रहण

चंद्र आपल्या मार्गानें पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतांना सूर्य, पृथ्वी व चंद्र हीं जेव्हां अगदीं एका सरळ रेषेंत येतात त्या वेळीं चंद्रग्रहण लागतें म्हणजे चंद्र नेहमींसारखा स्वच्छ दिसत नाहीं. हें चंद्रग्रहण केव्हां अपूर्ण तर केव्हां पूर्ण म्हणजे खग्रास लागतें. खग्रास चंद्रग्रहण लागलें म्हणजे चंद्रबिंब काळसर तांबूस होतें व अपूर्ण असेल तर त्याच्या चंदेरी बिंबावर काळी छाया दिसते. खग्रास चंद्रग्रहण लागलें म्हणजे त्याच्यावरील शेंकडा ९८ उष्णता नाहींशी होते.

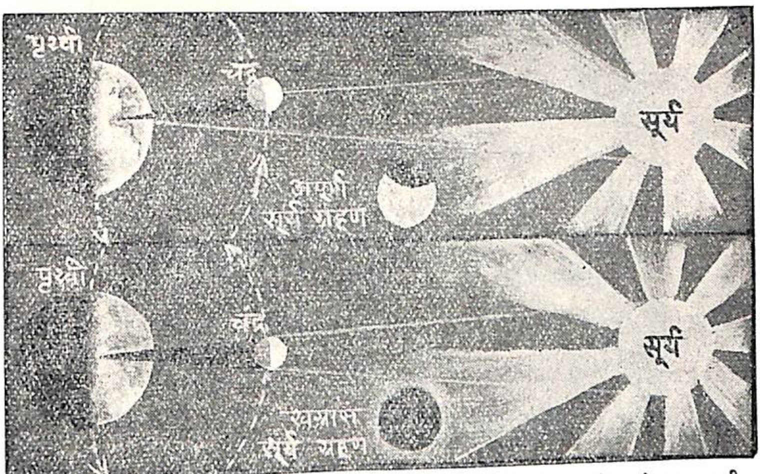
सूर्याचा प्रकाश चंद्रावर पडतो व तो प्रकाश उलटून पृथ्वीवर येतो हें मागें सांगितलें आहेच. आतां अनुक्रमें सूर्य, पृथ्वी व चंद्र एका रेषेंत आल्यावर सूर्याचे किरण सरळ चंद्रावर न जातां पृथ्वीमुळें अडतात. सूर्य-किरण पृथ्वीवर पडल्यामुळें विरुद्ध बाजूस म्हणजे चंद्र असलेल्या बाजूस तिची शंकूच्या आकाराची निमुळती सावली पडते. या पृथ्वीच्या सावलींत चंद्रबिंब सांपडलें म्हणजे ग्रहण लागलें असें आपण म्हणतों. पृथ्वीच्या सावलींत पूर्ण चंद्रबिंब सांपडलें तर तें खग्रास चंद्रग्रहण व थोडासाच भाग सांपडला तर तें अपूर्ण चंद्रग्रहण होय. अर्थात् अनुक्रमें सूर्य, पृथ्वी व चंद्र एका रेषेंत फक्त पौर्णिमेलाच येतात, म्हणून चंद्रग्रहण फक्त पौर्णिमेलाच लागतें हें लक्षांत ठेवावें.

मग प्रत्येक पौर्णिमेला चंद्रग्रहण कां लागत नाहीं असा प्रश्न तुमच्या मनांत उद्भवल्याशिवाय राहणार नाहीं. पण पुन्हां एकदां हें लक्षांत घ्या कीं सूर्य, पृथ्वी व चंद्र अगदीं एका रेषेंत आले पाहिजेत; तेव्हांच चंद्रग्रहण लागतें. आणि दर पौर्णिमेला चंद्र कांहीं सूर्य आणि पृथ्वी यांच्या मध्यांतून जाणाऱ्या सरळ रेषेंत येत नाहीं. कारण त्याची कक्षा व पृथ्वीची कक्षा एका पातळींत नाहींत. पृथ्वीच्या कक्षेंत व चंद्राच्या कक्षेंत सहा अंशाचा कोन आहे. त्यामुळें चंद्राचा पृथ्वीभोंवतीं फिरणारा मार्ग पृथ्वीच्या कक्षेच्या खालून निम्मा व वर निम्मा आहे आणि म्हणूनच दर पौर्णिमेला सूर्य, पृथ्वि व चंद्र एका रेषेंत येऊं शकत नाहींत. आईच्या हातांतील दोन लहानमोठ्या बांगड्या घ्या व त्या एकांत एक बसवून आंतली बांगडी जमिनीशीं समांतर धरून बाहेरच्या बांगडीची एक बाजू किंचित् वर करा. बाहेरच्या बांगडीचें वर्तुळ म्हणजे चंद्राची कक्षा व आंतल्या बांगडीचें वर्तुळ म्हणजे पृथ्वीची कक्षा समजा. म्हणजे चंद्र आपल्या मार्गानें पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतांना पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळींत कसा येत नाहीं हें लक्षांत येईल. तसेंच या दोन कक्षा फक्त दोनच बिंदूंत (ठिकाणीं) एकमेकाला छेदून जातात हेंहि लक्षांत येईल. या दोन बिंदूंपैकीं एकाला राहू व एकाला केतू हें नांव दिलें आहे (संदर्भ–जगाचा परिचय). या दोन बिंदूंना **संपातबिंदू** (दोन कक्षा एकमेकींना ज्या बिंदूंत छेदतात तो बिंदू) म्हणतात. या दोन

बिंदूंपैकीं कोणत्याहि एका बिंदूवर चंद्र असतांना जर त्याच वेळीं पृथ्वि आणि सूर्य एकाच रेषेंत येतील तर चंद्रग्रहण लागेल. पुढें सूर्यग्रहण कसें लागतें हें चित्र काढून दाखविलें आहे. त्याप्रमाणें तुम्ही एक चित्र काढा म्हणजे चंद्रग्रहण कसें लागतें हें कळेल. मात्र चंद्राचे ठिकाणीं पृथ्वी व पृथ्वीचें ठिकाणी चंद्र काढण्यास विसरूं नका.

सूर्यग्रहण

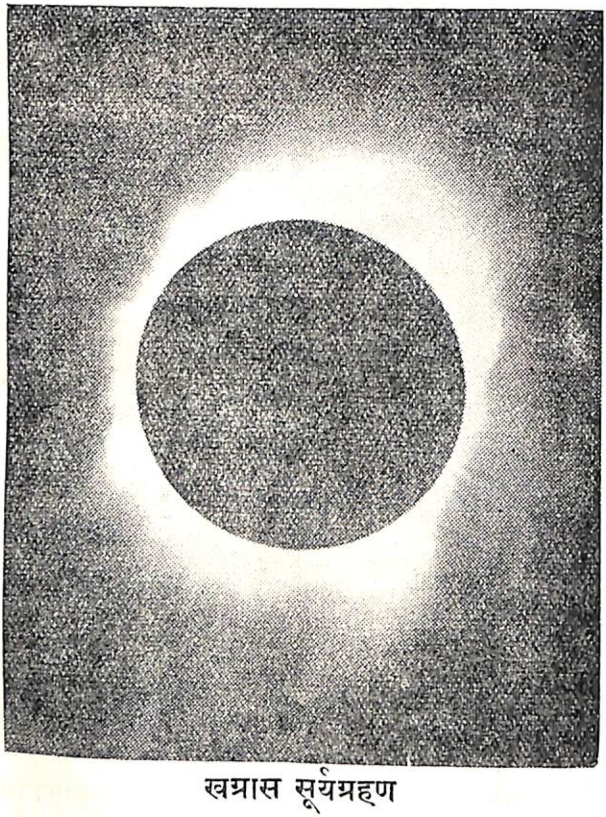
चंद्रग्रहण कसें लागतें हें तुमच्या लक्षांत आलें असेल तर सूर्यग्रहण कसें लागतें हें तुमच्या चटकन् लक्षांत येईल. ही पुढची आकृति पाहा म्हणजे तर सूर्यग्रहणाचा उलगडा तावडतोब होईल.



अपूर्ण सूर्यग्रहण व पूर्ण किंवा खग्रास सूर्यग्रहणाचे वेळीं पृथ्वी, चंद्र व सूर्य यांचीं स्थानें कशीं असतात हें या चित्रावरून लक्षांत येईल.

पृथ्वि सूर्याभोंवतीं फिरत असतांना दीर्घ वर्तुळाकार मार्गानें फिरते (पृष्ठ १०८ वरील आकृति पाहा). त्यामुळें केव्हां ती सूर्यापासून जवळ असते तर केव्हां दूर असते. पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतींच्या भ्रमणमार्गाप्रमाणेंच चंद्राचाहि पृथ्विभोंवतीं फिरण्याचा मार्ग दीर्घवर्तुलाकार आहे. चंद्र जेव्हां पृथ्वी जवळ येतो त्यावेळीं पृथ्वि व चंद्र यांमधील अंतर २२१,६०० मैल असतें व जेव्हां पृथ्वीपासून दूर असतो त्यावेळीं हें अंतर २५२,९७० मैल असतें.

आतां सूर्य व पृथ्वि यांच्या मधें चंद्र ज्या वेळीं येतो व ज्या वेळीं हे तिघेहि एकाच रेषेंत येतात त्या वेळीं जर चंद्र पृथ्वीच्याजवळ असेल तर त्याची छाया पृथ्वीवर पडेल व जेवढ्या भागांत ही छाया पडेल तेवढ्या भागांतल्या लोकांना खग्रास सूर्यग्रहण दिसेल. पण या छायेच्या पलीकडील प्रदेशांतील लोकांच्या व सूर्याच्या बरोबर मधें चंद्र नसतो, थोडा बाजूला असतो त्यामुळें सूर्याच्या बिंबाचा सर्व भाग झांकला न जातां



खग्रास सूर्यग्रहण

थोडासाच भाग झांकला जातो म्हणून तें अपूर्ण सूर्यग्रहण होय. खग्रास सूर्यग्रहण फार क्वचित् लागतें म्हणण्यापेक्षां क्वचित् दिसतें. मात्र खग्रास सूर्यग्रहण लागलें तर एकदम अंधार होऊन जातो व मधेंच रात्र कशी झाली हें न कळल्यामुळें जनावरांची व पक्ष्यांची तारांबळ उडते. सोबत

खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळचा फोटो दिला आहे तो पाहा; म्हणजे खग्रास सूर्यग्रहण लागलें म्हणजे सूर्य कसा दिसेल याची कल्पना येईल. चंद्र ज्यावेळीं पृथ्वीच्या अगदीं जवळ येतो त्याच वेळीं फक्त खग्रास सूर्यग्रहण लागतें, एरवीं नाहीं हें लक्षांत ठेवा. तसेंच पृथ्वि व सूर्य यांच्यामध्यें चंद्र फक्त अमावास्येच्याच दिवशीं येतो आणि म्हणून तर तो आपल्याला दिसत नाहीं. मात्र ज्या अमावास्येला पृथ्वि, चंद्र व सूर्य अगदीं एका सरळ रेषेंत येतील त्याच वेळीं सूर्यग्रहण खग्रास किंवा अपूर्ण लागूं शकतें, एरवीं नाहीं.

एका वर्षाच्या कालावधींत चंद्रग्रहणें जास्तींत जास्त दोन येतात. शंभर दोनशें वर्षांच्या कालानें एखाद्या वेळीं एका वर्षीं तीन चंद्रग्रहणें लागतात. सूर्यग्रहणें १॥–२ वर्षांच्या अंतरानें होतात. पण सगळीं चंद्रग्रहणें किंवा सगळीं सूर्यग्रहणें सर्व ठिकाणीं दिसत नाहींत. सामान्यत: प्रत्यक्ष ग्रहणाचा काल ३–४ तासांपेक्षां अधिक नसतो. त्यामुळें ५००–६०० मैलांपलीकडच्या प्रदेशापर्यंत चंद्र किंवा सूर्य जाईपर्यंत ग्रहण संपूनहि जातें.

इतिहासाच्या दृष्टीनें ग्रहणांचा होणारा उपयोग

साधारणत: इ. स. ५००च्या पूर्वींचा इतिहास शिस्तवार असा लिहिलेला सांपडत नाहीं. त्यामुळें मागील इतिहासाची संगति लागत नाहीं. त्यामुळें कांहीं गोष्टींचा काल हजार दोन हजार वर्षांनीं मागें पुढें होतो. संगतवार इतिहासासाठीं कोणत्याहि कालगणनेप्रमाणेंच होईना का, पण झालेला वृत्तांत लिहिलेला असला म्हणजे बरोबर कालाचा बोध होतो. पण ज्यावेळीं अशीं साधनें उपलब्ध नसतात त्यावेळीं त्या कालच्या कथांतून जे ग्रहणासंबंधींचे वृत्तांत आलेले असतात त्यांवरून कांहीं अनुमानें बांधणें शक्य होतें. कारण चंद्रग्रहणें किंवा सूर्यग्रहणें कांहीं निश्चित कालानंतरच येत असतात. चीनमध्यें लोककथांमध्यें ग्रहणांना फार महत्त्व असल्यामुळें त्यांच्या उल्लेखावरून इ. स. पूर्वी ७०० वर्षांपूर्वींपासूनचा इतिहास अगदीं संगतवार लिहितां आला. असीरिया बाबिलोन, इराण येथील साम्राज्यें ज्यावेळीं भरभराटींत होतीं त्या कालाची निश्चिति करण्यासाठींहि ग्रहणांच्या उल्लेखाचा फार उपयोग झाला आहे.

ज्योतिर्विद्येच्या दृष्टीनें ग्रहणांचा होणारा उपयोग

ग्रहणें केव्हां लागतात व लागण्याच्या वेळच्या त्यांच्या टिपणांवरून त्यांच्या बाबतींत कांहीं निश्चित ठराविक सिद्धांत बांधतां आले व त्यामुळें गणिताच्या सहाय्यानें पुढेंहि हीं ग्रहणें केव्हां येतील याचें अचूक गणित करतां येतें असें अनुभवास आलें आहे. ज्योतिर्विद्येचा अभ्यास करणाऱ्या व्यक्तीस १९४२ नंतरच्या दहा वर्षांत येणाऱ्या ग्रहणां-संबंधीं भविष्य विचारलें तर तो तें अगदीं बरोबर सांगेल व त्याच्या भविष्याप्रमाणें प्रत्ययहि येईल.

पृथ्वीची कक्षा आणि चंद्राची कक्षा या एका पातळींत नाहींत हें नेहमीं चंद्रग्रहणें कां होत नाहींत यासंबंधीं माहिती देतांना सांगितलें. याच वेळीं राहू व केतू या दोन संपातबिंदूंचीहि माहिती दिली आहे. एक संपातबिंदू संपूर्ण कक्षेवर फिरून पुन्हां पहिल्या ठिकाणीं येण्यास सुमारें १८॥ वर्षें किंवा बरोबर ६,५८५ $\frac{1}{3}$ दिवस लागतात. इतका अवधी गेला कीं पुन्हां पूर्वीच्याच क्रमानें चंद्रग्रहणें होतात. आतां तुम्हांला पुढच्या काळांत येणारीं ग्रहणेंसुद्धां कशीं अचूक वर्तवितां येतात हें लक्षांत आलें असेल. याशिवाय संपातबिंदूंचीं स्थानें रोज कुठें असूं शकतील याचाहि अंदाज बांधतां येतो व त्यामुळें ज्योतिर्विशारदांना पुढचें तपशीलवार भविष्य वर्तविण्यास फार सहाय्य होतें. असो.

गुरुत्वाकर्षण

गुरुत्वाकर्षण म्हणजे काय यासंबंधीं मागें अनेक वेळां विवेचन आलेलेंच आहे. आतां त्यासंबंधीं थोडी अधिक माहिती पाहूंया. आपण राहतों या पृथ्वीवर अनेक प्रकारच्या शक्ती सारख्या कार्य करीत आहेत. या शक्तींपैकीं कांहीं जर परस्परविरुद्ध कार्य न करत्या तर त्या आपल्याला तारक ठरण्याऐवजीं मारकच ठरल्या असत्या. अशा या शक्तींपैकीं केंद्र-त्यागी शक्ति (Centrifugal force) ही फार महत्त्वाची आहे.

आतां केंद्रत्यागी शक्ति म्हणजे काय तें पाहूंया. केंद्रत्यागी या शब्दावरूनच केंद्रापासून दूर जावयास लावणारी शक्ति, हा अर्थ चटकन् लक्षांत आला असेल. एक फूटपट्टी घेऊन तिच्या एका टोंकाजवळ

मध्यंतरीं भोंक पाडून त्यांतून ३–४ हात लांबीची दोरी ओवून ती बांधा आणि दोरीचें दुसरें टोंक हातांत धरून फूटपट्टी गरगर फिरवा. अशी पट्टी फिरूं लागली कीं घर्रर्र असा आवाज होऊन तुम्हांला गंमत वाटेल. पण अशी पट्टी जोरानें गरगर फिरवत असतांना दोरी एकदम सोडून द्या म्हणजे ती पूर्वीसारखी वर्तुलाकार न फिरतांना पट्टीसकट सरळ रेषेंत निसटून गेलेली दिसेल. वास्तविक ती पट्टी पूर्वीप्रमाणेंच वर्तुलाकार फिरावयास हवी. पण असें होत नाहीं. कारण तुमच्या हातांतून दोरी सुटतांच केंद्र-त्यागी शक्ति कार्य करूं लागली व तिनें ती पट्टी सरळ रेषेंत दूर नेली. जोंपर्यंत तुमच्या हातांत दोरी होती तोंपर्यंत केंद्रगामी शक्ति (Centripetal force) कार्य करीत होती म्हणून पट्टी वर्तुलाकार फिरत होती.

दुसरें उदाहरण घेऊं. एका मोठ्या तसराळ्यांत थोडें पाणी घ्या व तें तसराळें हळूं हळूं वर्तुलाकृति हालवा. त्यांतील पाणी आंत फिरूं लाग-ल्याचें व असें फिरतांना कांठाच्या रोधानें वर चढूं लागल्याचें आढळून येईल. आणखी जरा जोरानें तसराळें वर्तुलाकार हालविलेंत तर त्यांतील पाणी बाहेर पडून जाईल. कारण ? केंद्रत्यागी शक्तीच्या जोरामुळें. मुली फुगडी खेळतांना गरगर फिरतात. अशा वेळीं एकीचे हात सुटले तर ती तिरपी जाऊन पडते. कारण केंद्रत्यागी शक्ति कार्य करीत असते.

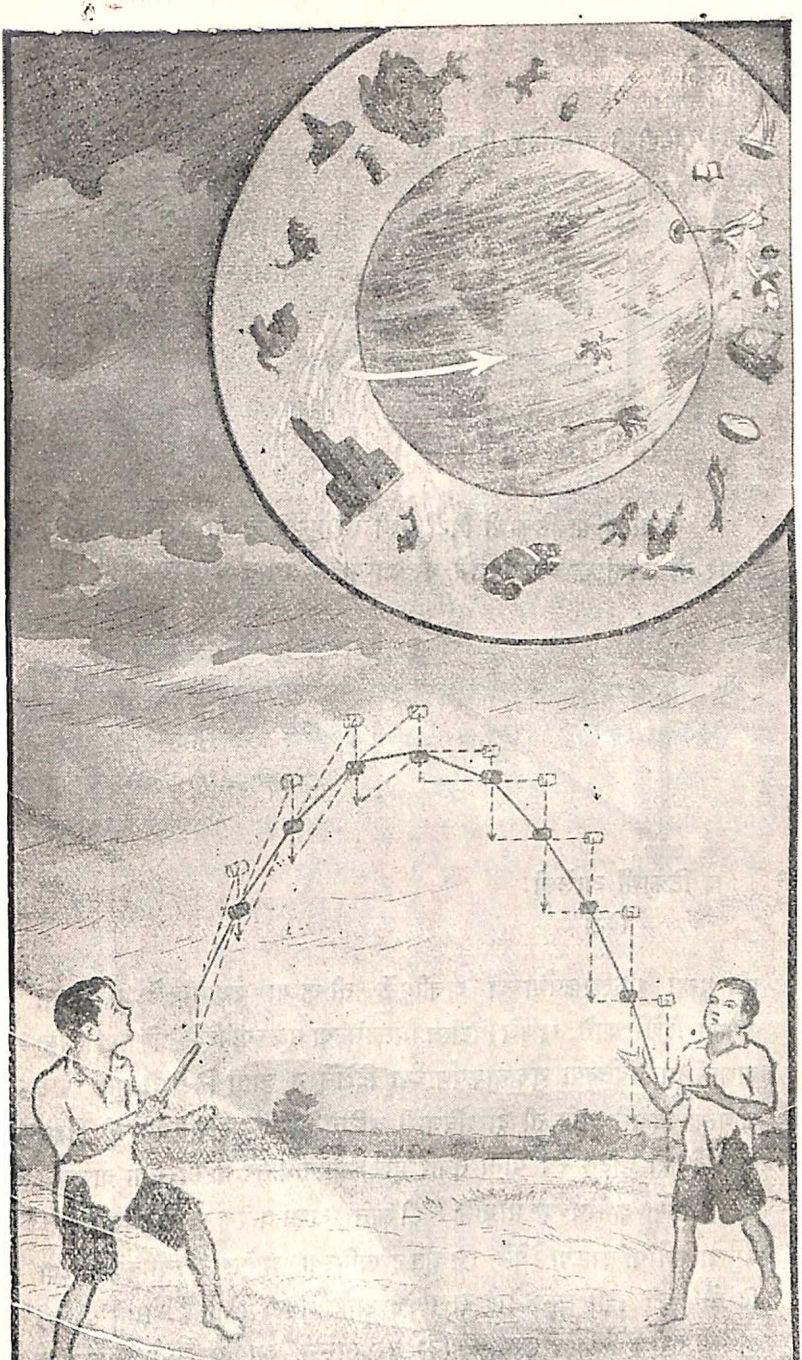
जोंपर्यंत तुमच्या हातांत दोरी असते तोंपर्यंत केंद्रगामी शक्ति (किंवा केंद्रस्थायी शक्ति) कार्य करते. ती सुटली कीं केंद्रत्यागी शक्ति आपलें कार्य करते व पट्टी दूर ओढून नेते. फुगडी खेळतांना दोघी मुलींनीं हात घट्ट धरून ठेवलेले असतात तोंपर्यंत केंद्रगामी शक्ति (केंद्राकडे–मध्याकडे ओढणारी शक्ति) कार्य करते. हात सुटले कीं केंद्रत्यागी शक्ति आपला प्रभाव दाखविते.

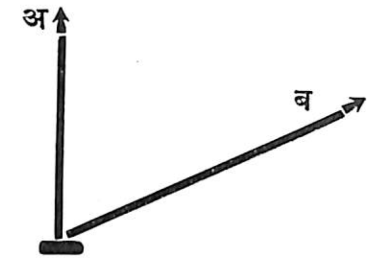
आतां या शक्तींचा आपल्या पृथ्वीशीं काय संबंध येतो तें पाहूं. आपल्याला माहीत आहेच कीं पृथ्वि स्वतःभोंवतीं गरगर फिरत सेकंदाला १८ मैल वेगानें सूर्याभोंवतीं फिरत असते. विषुववृत्तावर तर तिचा वेग ताशीं १००० मैलांपेक्षां अधिक वेगानें असतो. अशा या प्रचंड वेगानें पृथ्वि फिरत असतांना केंद्रत्यागी शक्तीला कार्य करायला संधि मिळाली

तर भूपृष्ठावरील घरेंदारें, जनावरें, मंदिरें, सभागृहें, वृक्षवेली एका धडाक्यांत पृथ्वींतून उपसून अनंत आकाशांत फेंकलीं जातील, समुद्रावरील मोठमोठ्या बोटी, समुद्रांत तरंगणारे बर्फाचे डोंगर, एवढेंच काय, पण वर तसराळ्याच्या उदाहरणांत सांगितल्याप्रमाणें समुद्रांतलें पाणीसुद्धां भर्रकन् आकाशांत फेंकलें जाईल आणि समुद्र, महासागर, नद्या, तळीं अगदीं कोरडीं ठणठणीत होतील; आणि असें झालें तर आपणसुद्धां पतंगाप्रमाणें आकाशांत उडून जाऊं! केवढा हाहाःकार उडेल याची कल्पना करा. पण आपल्या सुदैवानें असें होत नाहीं. कारण केंद्रगामी शक्ति म्हणजेच गुरुत्वाकर्षण केंद्रत्यागी शक्तीच्याविरुद्ध सतत आणि जोरदारपणें कार्य करीत आहे आणि म्हणून सर्व पृथ्वीच्या बाबतींत केंद्रत्यागी शक्तीचा कांहीं इलाज चालत नाहीं. २०१ पृष्ठावरच्या चित्रांत वर उजव्या बाजूच्या कोंपऱ्यांत गुरुत्वाकर्षण नसेल तर पृथ्वीवर काय गोंधळ उडेल हें दाखविलें आहे.

गुरुत्वाकर्षणाचें कार्य असें चालतें

२०१ पृष्ठावरील चित्राच्या खालच्या भागांत दोन मुलें विटीदांडू खेळतांना दाखविलेलीं आहेत. विटी मारणाऱ्या मुलानें वरच्या दिशेनें जोरानें विटी मारली कीं ती विटी सरळ वर जावयास लागते. ती वर जाऊं लागली कीं लगेच गुरुत्वाकर्षणामुळें ती जमिनीकडे ओढली जाऊं लागते. पण आरंभीं मुलानें दिलेल्या टोल्याचा जोर गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीपेक्षां अधिक जोरदार असल्यामुळें विटी गुरुत्वाकर्षणाला शक्य तों दाद न देतां वर वर जाऊं लागते. मात्र विटी वर जातांना अगदीं सरळ रेषेंत न जातांना तिरप्या मार्गानें जाते. म्हणजे चित्रांत तुटक रेषांनीं काढलेल्या विटीच्या जाग्याची जी दिशा दाखविली आहे त्या मार्गानें गुरुत्वाकर्षण नसतें तर प्रथम विटी गेली असती.पण गुरुत्वाकर्षणामुळें तीवर खालीं ओढ पडते, पण वर जाण्याचा मूळचा जोर व खालची ओढ यामुळें ती या दोन शक्तींच्या मधल्या मार्गानें जाते. हा मार्ग चित्रांत काळ्या रेषेनें दाखविला आहे. पुढील आकृति पाहा.—





आतां ब या ठिकाणीं विटी गेली कीं पुन्हां तिच्या मूळच्या प्रवृत्तिनुसार ती आतां क च्या दिशेनें वर जाण्याचा प्रयत्न करणार



पण पुन्हां गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीमुळें ती क या स्थानाकडे न जातां ड च्या दिशेनें जाते. म्हणजे विटीला मिळालेल्या मूळच्या दिशेनें किंवा चित्रांत बाणानें दाखविलेल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेनें न जातां विटीची मूळ फेक कोणत्या दिशेनें आहे ती दाखविणारी त्रुटित रेघ व गुरुत्वाकर्षणाची दिशा दाखविणारी त्रुटित रेघ यांनीं तयार होणाऱ्या समांतर व सारख्या बाजूच्या चौकोनाच्या कर्णरेषेच्या मार्गानें विटी जाते. अशा प्रत्येक समांतरभुज चौकोनाच्या कर्णरेषा काळ्या रेघेनें चित्रांत दाखविल्या आहेत, व त्या कर्णरेषांच्या दिशेनें विटी कशी जाते हेंहि दाखविलें आहे. विटी कितीहि जोरानें मारली असली तरी हवेच्या अदृश्य कणांना दूर सारून आपला मार्ग आक्रमित

असते त्यामुळें थोड्याच वेळांत तिचा वेग कमी होतो. हा वेग कमी झाला व मिळालेल्या जोरदार फेंकीचा जोर कमी झाला कीं गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम त्या विटीवर पूर्वीपेक्षां जास्त होऊं लागतो व मूळ फेंकीचा परिणाम कमी होत जाऊन शेवटीं विटी वर सांगितलेल्या दिशेनें जमिनीकडे येते; पण दुसरा खेळाडू जर हुषार असेल तर ती विटी जमिनीवर पडण्यापूर्वीच झेलतो. गुरुत्वाकर्षणाची शक्ति कार्य कशी करते, हें दाखविण्यासाठीं फार थोडे समांतरभुजचौकोन चित्रांत दाखविलेले आहेत. वास्तविक असे लक्षावधी समांतरभुज चौकोन होत असतात.

मला वाटतं आतां तुम्हांला गुरुत्वाकर्षण म्हणजे काय व त्याचें कार्य कसें चालू असतें हें पूर्णपणें समजलें असेल.

पुन्हां एकदां मागें पाहूंया

आतांपर्यंतच्या २०२ पृष्ठांमध्यें आपण या गूढ विश्वाची उत्पत्ति कशी झाली, तारे व ग्रह कसे निर्माण झाले, त्यांच्यावरील जीवनासंबंधीं आपल्याला शास्त्रज्ञांनीं काय सांगितलें आहे, सूर्याच्या ग्रहमालेंत आपल्या या पृथ्वीला केवढें महत्त्वाचें स्थान आहे, पृथ्वीचें अंतर्बाह्य स्वरूप कसें आहे, तिच्यावर आकाशांतील इतर ग्रहांचा व ताऱ्यांचा काय परिणाम होतो, तिचें जीवन कोणत्या नियमांनुसार चालू आहे इत्यादि माहिती घेतली आहे. आतां या पृथ्वीवरील प्राकृतिक व नैसर्गिक संपत्तीचा मनुष्यानें आपल्या बुद्धिबलानें कसा उपयोग करून घेतला व एवढ्या या अजस्र पृथ्वीवर आपल्या बुद्धिमत्तेनें अधिराज्य स्थापून पृथ्वीचा तो अधिपति कसा बनला आहे हें पाहावयाचें आहे.

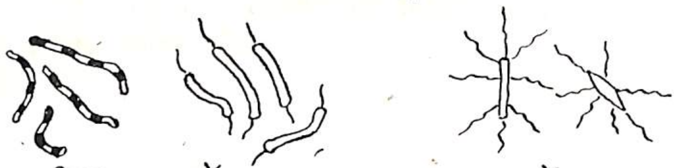
पण तत्पूर्वी पुन्हां एकदां आपल्या या पृथ्वीचें स्वरूप कसें काय आहे, हें एकदां थोडक्यांत पाहूंया.

पृथ्वि ही एक आकाशांतील इतर गोलांप्रमाणेंच सधर्मी भरीव गोल असून सूर्याभोंवतीं आपल्या एका चंद्रासह प्रदक्षिणा घालीत आहे. रासायनिक व प्राकृतिक क्रियेमुळें तिचें जीवनाला योग्य असें ऊबदार व प्रकाशित घर बनलेलें आहे; आणि या घराचें मनुष्यानें आपल्या कर्तबगारीनें आनंदभुवन केलेलें आहे.

सूक्ष्म जंतु (Bacteria)

सूक्ष्म जंतू इतके लहान असतात कीं ते पाहायचे झाले तर सूक्ष्मदर्शक यंत्रामधून पाहिले तरच दिसतील. अशा सूक्ष्म जंतूंनीं पृथ्वीवरील जीवनांत यापूर्वी फार महत्त्वाचें विध्वंसक व विधायक कार्य केलें असून आजहि त्यांचें तें कार्य चालू आहे आणि पुढेंहि तें पृथ्वीच्या अंतापर्यंत चालू राहील असें त्यांची जी एकूण माहिती शास्त्रज्ञांनीं मिळविली आहे त्यावरून वाटतें.

कांहीं सूक्ष्म जंतू



क्षय कॉलरा टायफॉइड

सूक्ष्म जंतूंचे आकार, शरीररचना इ.

'हे जंतु $\frac{१}{२५०००}$ इंच रुंद व साधारणतः $\frac{१}{४०००}$ इंच लांब इतके आकारानें लहान असतात.'- त्यांच्या निरनिराळ्या आकारावरून त्यांचे एकूण तीन भाग पाडले आहेत. १ गोलजंतु (Cocci), २ यष्टि-जंतू–काटकीसारख्या लंबट आकाराचे (Bacilli), ३ सर्पिल जंतू (Spirilli), ४ सूत्र जंतू. हे यष्टिजंतूच होत. परंतु जरा लांब असल्यामुळें **सूत्र जंतू** हें नांव त्यांना दिलें आहे. सामान्यतः सूत्र जंतूंचा दुसऱ्या भागांतच समावेश करतात. या जंतूंच्या शरिराची निश्चित अशी रचना नाहीं आणि असें असूनहि हे जीव जिवंत असतात. सर्पिलाकृति जंतूंच्या अंगावर तर केंसहि असतात. या सूक्ष्म जंतूंची वाढ फार प्रचंड प्रमाणावर असते. एका दिवसांत अनुकूल परिस्थितींत एकाचे २८१,४७६, ५८७,३५३,८५६ म्हणजे जवळजवळ दोनशें लाख कोटि जंतू निर्माण होतात. ही जंतूंची वाढ होते ती फार मजेशीर रीतीनें होते. एक जंतू जन्मला कीं तो वाढूं लागतो. एका विशिष्ट काळपर्यंत व मोठ्यांत मोठा आकार येईपर्यंत तो वाढतो आणि मग त्याचे आपोआप दोन भाग म्हणजे दोन जीव होतात. एका जिवंत जंतूच्या एका दिवसांत ५० पिढ्या व एका वर्षांत २०००० पिढ्या निर्माण होतात !

या सूक्ष्म जंतूंचें जीवन

हे जंतू वाटेल त्या परिस्थितींत राहूं शकतात. साध्या उकळत्या पाण्यांत हे जंतू कित्येक तास राहूं शकतात. तसेंच अत्यंत कडक थंडींतहि कित्येक महिने ते जिवंत राहूं शकतात. हे जंतू हवेंत तरंगत राहतात, वृक्षवेलीवर राहतात, स्वच्छ पाण्यांत, घाणेरड्या पाण्याच्या डबक्यांत, बर्फांत, पावसांत राहतात. सारांश, प्रत्येक जागा त्यांचें निवासस्थान होऊं शकते. हे जंतू एकापुढें एक अशी रांग करून, एकावर एक बसून चव्वड करून किंवा जुडीसारख्या रचना करून संघ करून राहतात.

विकासवादाप्रमाणें माकडापासून एक लक्ष पिढ्यांमध्यें जर मनुष्या-सारखा प्राणी निर्माण होऊं शकतो तर रोज शेंकडों पिढ्या निर्माण कर-णाऱ्या या जंतूंमध्येंहि विकासवादाप्रमाणें पूर्वीपेक्षां अगदीं नवीन तऱ्हेचे जंतू निर्माण झाले असले पाहिजेत असें कांहींना वाटतें व हा त्यांचा विचार सत्य आहे, हें दाखविण्याला त्यांच्याजवळ कांहीं पुरावाहि आहे. आप-ल्याला परिस्थिति अनुकूल झाली कीं ते आपलें मारक किंवा उपकारक कार्य सुरू करतात. कांहीं आपल्याबरोबर विष घेऊन रक्तांत शिरतात व तेथें तें विष पसरवितात. क्षय, हगवण, टॉयफॉईडचा ताप या रोगांचे जंतु मनुष्याचा जीव घेतात. याउलट फळांच्या रसाचें दारूंत रूपांतर करणें, दुधाचें दही, लोणी बनविणें, जमिनीची सुपीकता वाढविणें अशी ही अगदीं विचित्र कामगिरी हे जंतु करीत असतात. हे जंतू प्राण-वायुशिवाय जगूं शकतात. हवेंतील नायट्रोजन, कार्बन डायॉक्साइड व वनस्पतिमधील हरिद्वर्ण द्रव्य यांवर ते जगतात.

जंतूंचें विध्वंसक व विधायक कार्य

या जंतूंचा आकार इतका लहान असतो कीं दोन प्रकारचे जंतु ओळखून काढणें कठिण जावें. त्यांना ओळखण्याचें साधन एकच तें म्हणजे त्यांचें होणारें कार्य. कांहीं जंतू मनुष्याचें अन्न तयार करीत असतात, तर कांहीं सबंध प्राणिसृष्टीच पृथ्वीवरून नाहींशी करण्याकरतां सारखे धडपडत असतात !

घटसर्पाचे जंतू हवेंतून घशांत शिरतात व तेथें राहून आपलें विष रक्तांत भिनवितात. या विषाचा हृदयावर परिणाम होतो. जरी यांतून रोगी वांचला तरी त्याच्या रक्तांत थोडेंबहुत विष शिल्लक राहतेंच आणि त्यामुळें जरी पुन्हां हा रोग झाला तरी त्याचा कांहीं घातक परिणाम होऊं शकत नाहीं. कारण त्याच्या अंगांतील असलेल्या विषयुक्त रक्तामुळें नवीन रोगजंतूंचा त्याच्यावर कांहींच परिणाम होत नाहीं. एवढेंच नव्हे तर त्याचें रक्त काढून तें अशी सांथ आलेल्या गांवांतील रोगी लोकांच्या रक्तांत मिसळून तें रक्त जर इतर रोगी लोकांच्या शरीरांत टोंचलें तर ते रोगीहि बचावतात; कारण त्यांच्या अंगांतहि हें विष भिनून रोगप्रतिकार करण्याची शक्ति येते. "कांट्यानें कांटा काढणें" अशी म्हण आपल्यांत प्रचलित आहे, त्याचा अर्थ हाच.

याच्या उलट क्षयाचे जंतु प्रत्येक मनुष्याच्या शरीरांत असतात. पण त्यांच्या वाढीला व कार्यशक्तीला प्रत्येकाच्या शरीरांत वाव मिळत नाहीं. मात्र जर अशक्त प्रकृति, पौष्टिक अन्नाचा अभाव, घाणेरडी व निष्काळजी राहणी यांमुळें व विशेषतः एखाद्या आजारीपणाच्या शेवटीं क्षयजंतूंना हवी तशी परिस्थिति निर्माण झाली तर ते जोर करतात व मनुष्याचें शरीर पोखरून त्याचा जीव घेतात.

एखादें ऑपरेशन करायचें असलें तर डॉक्टर आपलीं शस्त्रें उचलण्यापूर्वी कढत पाण्यांत बराच वेळ उकळत ठेवतात किंवा अत्यंत उष्ण वाफेंत तीं शस्त्रें थोडा वेळ ठेवून मग शस्त्रक्रियेला सुरवात करतात. याचें कारण असें कीं जर हवेंतील किंवा इतर पदार्थाला स्पर्श झाल्यामुळें कांहीं रोगजंतू त्या शस्त्रांना चिकटून बसले असले तर ते पार मरून जावेत, निदान त्यांच्यांतील विष नाहींसें होऊन ते मृतवत् व्हावेत; आणि अशीं शस्त्रें जर उकळून घेतलीं नाहींत तर शस्त्रक्रियेच्या वेळीं त्यांना रोग्याच्या रक्तांत शिरण्याला नेमकी संधि मिळायची.

वाळलेल्या गवतांतले सर्व पिष्टमय पदार्थ खाऊन त्याचे हे जंतु नुसते तंतू ठेवतात आणि मग हे तंतू एकमेकांवर घांसून आपोआप आग लावतात. झाडांचीं पानें खातात, विटांसुद्धां खाऊन टाकतात, असलें या जंतूंचें संहारक स्वरूप आहे.

पण जंतूंच्या या घातकी स्वरूपाचा बाऊ करून भिण्याचें कांहीं कारण नाहीं. या त्यांच्या मारक कार्याबरोबरच ते उपकारक कार्यहि करतात, हें विसरून चालायचें नाहीं. चवळी, वाटाणे इत्यादींच्या वेलांत हे जंतू असतात. पण हे वेल जर पुन्हां जमिनींतच मिसळले तर जमिनींतील नायट्रोजन वाढवितात व जमिन अधिक सुपीक करतात. यांपैकीं कांहीं जंतूंच्या ठिकाणीं चमक मारण्याची शक्ति असते. त्यामुळें हे जंतू ज्या पदार्थांवर बसतात ते थोडे चमकतात. जमीन नांगरली म्हणजे किंवा पावसाची सर येऊन गेल्यावर जो एक प्रकारचा मस्त वास सुटतो त्याचें मूळ या जंतूंत आहे. नांगरणीमुळें जमिनींतले जंतू मोकळे होतात त्याचप्रमाणें पावसाच्या थेंबानेंहि ते मातीच्या वरच्या थरांतून मोकळे होतात आणि आपल्या सुगंधानें ते आपल्याला सुखवितात. तंबाखूंत असणारा मधुर सुवास, अत्तरांचा सुगंध ही सर्व या सूक्ष्म जंतूंची करामत आहे.

कांहीं भयंकर रोगोत्पादक जंतू सूर्याच्या उन्हानें मरून जातात. सूर्यकिरण कृत्रिम तऱ्हेनें तयार करून ते शरीरावरील रोगस्थानावर पाडून रोग बरे करतां येतात, म्हणजेच तेथील विषयुक्त जंतू ठार मारतां येतात किंवा निष्प्रभ करतां येतात.

विकासवाद

वनस्पतिसृष्टि किंवा प्राणिसृष्टि या एकाच बीजापासून निर्माण झालेल्या जीवनवृक्षाच्या दोन शाखा आहेत. २०९ पृष्ठावरील चित्रांत हा जीवनवृक्ष व त्याच्या दोन मुख्य शाखा दाखविल्या आहेत. वनस्पतिसृष्टीच्या शाखेमध्यें आणखी कितीतरी उपशाखा किंवा निरनिराळ्या आकृतीच्या वनस्पती आहेत. त्याचप्रमाणें प्राणिसृष्टीच्या शाखेलाहि अनेक उपशाखा असून त्यांत कितीतरी प्रकारचे प्राणी आहेत. प्राणिसृष्टींतील पाल, साप, गोम, कासव इत्यादि प्राणी एका वर्गांत बसतात म्हणजे त्यांचा एक मुख्य असा समानधर्म आहे. तो धर्म म्हणजे सरपटत जाण्याचा. पक्ष्यांचा एक वर्ग पडतो. या सर्वांत ‘ मॅमल ’ म्हणून ओळखला जाणारा म्हणजे सस्तन प्राण्यांचा वर्ग (अंगावरील दुधानें आपल्या पिलांचें पोषण करूं शकणारे प्राणी) फार महत्त्वाचा आहे. या सस्तन प्राण्यांच्या वर्गांत गाय, म्हैस, वाघ, हत्ती,

उंट, जिराफ, मांजर, माकड इत्यादींचा समावेश होतो. वनस्पतिसृष्टींतहि असे अनेक समानधर्मी वर्ग आहेत.

आतां या अनेक वर्गांपैकीं आपल्या नेहमींच्या परिचयांतील पक्ष्यांचा वर्ग प्रथम घेऊं. या सर्व पक्ष्यांमध्यें चटकन् ओळखून येणाऱ्या अशा सामान्य गोष्टी दिसतात. कांहीं पक्षी कांहीं ठराविक कालांतच दिसतात. एरवीं नाहींसे होतात. कांहीं पक्ष्यांचे पंख बळकट व मोठे असतात आणि ते वेगानें उडूं शकतात. पक्ष्यांच्या पायाच्या नख्यांत ५–६ प्रकार असतात असें तुम्ही चिमणी, कावळा, बदक, गरूड, करकोचा इत्यादि पक्षी पाहिलेत कीं लगेच कळून येईल. पुढें दिलेलें हें पक्ष्यांच्या बोटांचें चित्र पाहा. पक्ष्यांच्यामध्यें कितीतरी गोष्टी सारख्या असल्या तरी असे हे नाजूक फरक आहेत. कारण त्यांना निरनिराळ्या परिस्थितींत राहायचें असतें हें होय. बदक, कावळा व गरूडपक्षी या तिघांचे पाय पाहा म्हणजे ही गोष्ट

जीवनवृक्ष (पुढील पृष्ठावरील चित्राचा खुलासा)

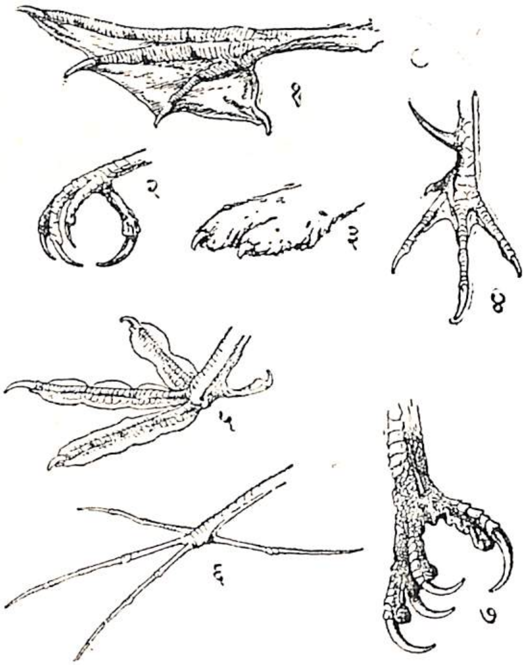
एकाच बीजापासून निर्माण झालेल्या जीवनवृक्षाच्या **वनस्पतिसृष्टि** व **प्राणिसृष्टि** अशा दोन मुख्य शाखा झाल्या व या दोन्ही शाखांची अगदीं स्वतंत्रपणें वाढ झाली. वनस्पतिशाखेच्या अनेक उपशाखा असून समुद्रवेली किंवा कुत्र्याच्या छत्र्या असल्या सामान्य वनस्पतिपासून वनस्पतिसृष्टीचा विकास होत होत नेचे, नारळी, ओक वृक्ष, घेवड्याचे वेल इत्यादि निरनिराळ्या प्रकारांत त्यांचें स्वरूप बदललें व शेवटीं फुलें, फळें येणाऱ्या वेली व झाडेंझुडपें तयार होऊन गुलाब व शेवंतीसारख्या सुबक व सुवासिक फुलझाडांत या क्रमाक्रमानें होणाऱ्या विकासाची परिणती झाली. जीवनवृक्षाची दुसरी शाखा म्हणजे प्राणिसृष्टीची होय. या शाखेला अनेक समानधर्मी उपशाखा फुटल्या. अगदीं हलक्या प्रतीच्या किड्यापासून स्पंज, गोम, छत्रमत्स्य, तारामत्स्य, खेकडे, मासे, गोगलगाय, बेडूक, पाल, साप यांसारखे सरपटणारे प्राणी, नंतर ओबडधोबड पक्षी, हत्ती व चित्रांत अगदीं उजव्या कोपऱ्यांत दाखविल्याप्रमाणें मॅमल्स, वानरें, पुच्छहीन वानर अशा तऱ्हेचे सस्तन प्राणी, इत्यादि उपशाखां मधून प्राणिसृष्टीचा विकास झाला व सस्तन प्राण्यांतील एका उपशाखेचा पूर्ण विकास होऊन माणूस जन्मला असें शास्त्रज्ञ सांगतात.


मनुष्य
हत्ती
पाकोळी
कबूतर
शहामृग
पाल
बेडूक
सर्प
गोगलगाय
मासे
तारामत्स्य
गुलाब
ओक वृक्ष
खेकडे
नारळी
गोम
सूचिपर्णी
स्पंज
छत्रमत्स्य
नेचे

जीवनवृक्ष

कळून येईल. बदक जमिनीवर चालतें व पाण्यांत पोहतें. आतां बदकाला जर पाण्यांत पोहायचें तर त्याला पाणी मागें ढकलतां आलें पाहिजे. त्याशिवाय तें पोहणार कसें ? म्हणून त्याच्या पायाचीं बोटें कातड्यानें

जीवनानुकूल रचना

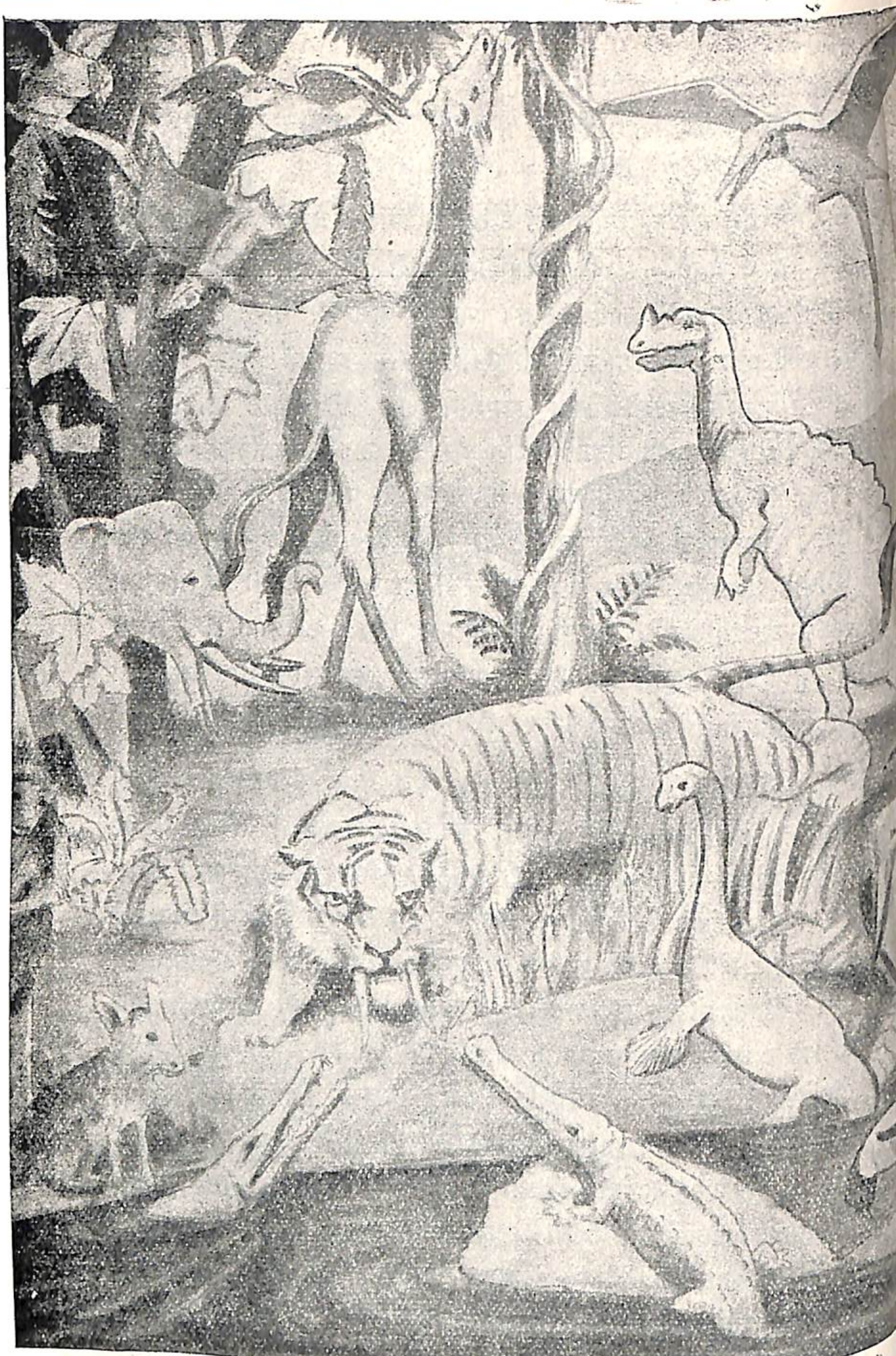


(हालदेन व हक्स्ले यांच्या लेखांतील चित्राच्या आधारे काढलेलें चित्र)

१ पोहण्यासाठीं सोईचा असा बनलेला शॅग नांवाच्या पक्ष्याचा पाय. २ कावळ्याचा पाय. ३ टर्मिगन नांवाच्या कोंबड्याच्या जातींतील पक्ष्याचा पाय. उबेसाठीं याच्या पायाच्या बोटांवर पिसें असतात. ४ कोंबड्या सारखे पक्षी. यांच्या पायाची चालणें, ओरबाडणें व हल्ला झाल्यास प्रतिहल्ल्यासाठीं सोय व्हावी अशी रचना असते. ५ पाणकोंबडीचा पाय. पोहतां येण्यासाठीं असलेली रचना. ६ तरंगणाऱ्या पानावरून चालतां यावें म्हणून बनलेल्या जॅकॅना नांवांच्या पक्ष्याच्या पायाच्या बोटांची रचना. ७ गरुडाचा पाय.

जोडलेलीं असतात. या पडद्यामुळें पाणी अडून तें मागें रेटतां येतें. कावळ्याला फांदी घट्ट धरून ठेवण्याचें मुख्य काम असतें म्हणून त्याच्या पायाला पुढें तीन व मागें एक याप्रमाणें बोटें असतात. गरुड आपलें भक्ष्य पकडून उंच घेऊन जातो. अर्थात् त्याच्या पायाचीं बोटें कावळ्यापेक्षां भक्कम, घट्ट पकड धरणारीं आणि तीक्ष्ण नख्या असलेलीं अशींच पाहिजेत. आणखी एक गोष्ट अशी कीं पक्षी आणि सस्तन प्राणी यांच्या अंगांतील उष्णतामान त्यांच्याभोंवतींच्या हवामानापेक्षां थोडें जास्त असतें व तें कायम टिकणें अवश्य असतें. अर्थात् अंगांतील ऊब कायम टिकविण्यासाठीं त्यांना कांहींतरी साधन हवेंच. हें साधन म्हणजे त्यांचीं पिसें होत; आणि सस्तन प्राण्यांच्या बाबतींत त्यांच्या अंगावरील केंस होत. सारांश ज्या परिस्थितींत जगायचें असेल त्या परिस्थितीला जुळेल अशी शरीररचना असणें अवश्य असतें. पण ही शरीररचना बदक, कावळा किंवा गरुड यांच्या ठिकाणीं दिसत असली तरी ती त्यांना कांहीं एकदम मिळालेली नाहीं. लाखों वर्षें झगडून त्यांच्या पूर्वजांना ती मिळवावी लागली.

पुढें दिलेलीं दोन चित्रें पाहा म्हणजे आज ज्या स्थितींत प्राणी दिसतात त्या स्थितींत ते लाखों वर्षांपूर्वीं नव्हते हें दिसून येईल. २१२ पृष्ठावरील चित्रांत दोन कोटी वर्षांपूर्वीं पक्षी व जनावरें यांची शरीररचना कशी होती हें दाखविलें असून २१३ पृष्ठावर हे प्राणी आज कसे आहेत हें दाखविलें आहे. त्या काळीं वाघाला हत्तीच्या बाहेरच्या दांतांसारखेच दोन मोठे व तोंडाबाहेर आलेले दांत असत. या दांतांनीं रानडुकराप्रमाणें तो धडक घेऊन शत्रूच्या अंगांत आपले दांत घुसवीत असे. पण असल्या दांतांपेक्षां भरभक्कम दांत जबड्यांत असणें हें त्याच्या हिताचें होतें. कारण पोटासाठीं नुसता शत्रु मारण्यापेक्षां अन्न म्हणून त्याचें मांस फाडून खाणें हेंच अधिक जरुरीचें होतें. ही त्याची गरज कांहीं एकदम भागली नाहीं, तर लाखों पिढ्या गेल्यावर त्याचे सुळ्यासारखे बाहेर असलेले दांत नाहींसे होऊन त्याचा तीक्ष्ण दांत व दाढा यांच्यासह भरभक्कम जबडा तयार झाला. हत्ती एकेकाळीं म्हशीएवढा ४–५ फूट उंचीचा, सध्याच्या $\frac{1}{4}$ लांब सोंड असलेला होता. पण तो फक्त वनस्पतीवर जगणारा ! आणि



दोन कोट वर्षांपूर्वीची जीवसृष्टी.



पृथ्वीवरील आतांची प्राणीसृष्टी

ज्यावेळीं त्याच्या उंचीचीं झाडेंझुडपें किंवा गवत संपून जाई त्यावेळीं, उंच झाडावरील कोवळीं पानें तोडण्यासाठीं कांहींतरी साधन हवें होतें, म्हणजे त्याची जी शरीररचना होती ती त्याच्या परिस्थितींत गैरसोईची होऊं लागली म्हणून आपली आंखुड सोंड शक्य तों लांबवीत व जास्तींत जास्त उंच होऊन उंच वृक्षावरील किंवा स्थानावरील पानें व गवत मिळविण्यासाठीं त्याची धडपड सुरूं झाली. त्याच्या पुढच्या प्रत्येक पिढींत न कळत सुधारणा होत जाऊन ७०००-८००० हजार वर्षांपूर्वी त्याची आजच्यासारखी ठेवण झाली. म्हणजे ४-५ फुटांपासून त्याची उंची १०-१२ फुटांपर्यंत वाढली व दोन फूट लांबीच्या सोंडेच्या ठिकाणीं १० फूट लांबीची सोंड झाली. फार फार पूर्वी पक्ष्यांना ओबडधोबड चोंची व लांब बाणाच्या आकाराची बेढब शेपूट असे. पण त्यापैकीं ज्या पक्ष्यांची प्रवृत्ति सामान्य किडे किंवा धान्य खाण्याकडे झाली त्यांच्या चोंची निराळ्या बनत गेल्या व ज्यांची प्रवृत्ति मृत प्राण्यांच्या शरीरांतील मांस फाडून खाण्याकडे बनल्या त्यांच्या चोंची बांकदार व तीक्ष्ण बनल्या.

आतांपर्यंत पशुपक्ष्यांच्या संबंधींच पुष्कळ सांगितलें. आतां प्रत्यक्ष आपल्यासंबंधींचा विचार करूं. अलीकडे सर्व जगभर गेल्या १५०-२०० वर्षांत आपल्या घरांतील खोल्यांची उंची निदान १० फूट ठेवावी, खोल्या ऐसपैस बांधाव्या, घरें उंच असावीं, हवा व प्रकाश यासाठीं मोठ्या खिडक्या ठेवाव्या वगैरे कल्पना पसरून त्याप्रमाणें घरांची बांधणी होते. याचा परिणाम असा झाला आहे कीं एकंदरींत सुधारलेल्या देशांतील लोकांची सरासरी उंची वाढली आहे असें म्हणतात. याउलट आफ्रिकेंतील पिग्मी नांवानें ओळखले जाणारे लोक शेंकडो पिढ्यान् पिढ्या जीं अरुंद आणि गिड्डीं घरें बांधत आले आहेत त्यांची उंची आहे तशीच असून ती आणखी कमी होण्याकडे प्रवृत्ति आहे असें म्हणतात. यावरून अनुकूल अथवा प्रतिकूल परिस्थितीचा परिणाम कसा होतो हें लक्षांत येईल.

प्रतिकूल परिस्थितीशीं झगडून जगण्यासाठीं शरीररचनेंत सुधारणा कशी होते हें आतां चांगलें समजलें असेल. आतां परिस्थितीनुरूप अनवश्यक असे अवयव कसे नाहींसे होतात तें पाहूं. आपल्या तोंडाचेंच उदाहरण घेऊं.

आपण रोज जे पदार्थ खातों ते शिजवून मऊ करून खातों. रानटी अवस्थेंत मनुष्य होता त्यावेळीं त्याला कच्चें अन्न खावें लागत असे त्यामुळें त्याचे दांत व दाढा भक्कम असत. पण मनुष्य सुधारून तो शिजलेलें अन्न सर्रास खाऊं लागला तसे दाढांना फारसे श्रम पडेनात. याचा परिणाम असा झाला, कीं १५-२० हजार वर्षांपूर्वी मनुष्याच्या जबड्यांत जितक्या दाढा असत तितक्या आतांच्या मनुष्यांत नाहींत आणि मनुष्यप्राणी जर आपल्या या दाढांच्याकडे दुर्लक्ष करील तर आणखी २-४ हजार वर्षांनीं त्या पार नाहींशा होऊन जातील.

एवढ्या विवेचनावरून (१) बदलत्या परिस्थितींत सुखमय जीवना-साठीं केलेली धडपड व (२) अनेक पिढ्यांनंतर त्या धडपडींत मिळालेलें यश या दोन महत्त्वाच्या गोष्टी लक्षांत आल्या असतील. अशा रीतीनें जीव-सृष्टीच्या निरनिराळ्या शाखांच्या घटकांत झालेला जो फरक तो फरक म्हणजे **विकास** (Evolution) होय. आणि या विचारसरणीप्रमाणें निरनिराळ्या वनस्पती, पशू, पक्षी व मनुष्य यांची उत्पत्ति एका बीज-जीवापासून झाली, व त्या जीवाचा क्रमाक्रमानें कसा विकास होत जाऊन आजचें स्वरूप प्राप्त झालें हें सशास्त्र व साधार मांडणाऱ्या पद्धतीस **विकासवाद** म्हणतात.

गैरसमजुतीनें '**विकास**' या शब्दाऐवजीं '**उत्क्रांति**' असा शब्द सध्यां रूढ झाला आहे. उत्क्रांति याचा अर्थ मरण असा होतो. तसेंच **विकासवाद** या शब्दाऐवजीं **उत्क्रांतिवाद** असा शब्द रूढ आहे, तोहि अगदीं चूक आहे. तरी हे चुकीचे शब्द तुमच्यासारख्या हुषार वाचकांनीं यापुढें तरी वापरतां उपयोगी नाहीं. विकास म्हणजे उमलणें; परिणत होणें; गुणोत्कर्ष होणें. तेव्हां हा चांगला अर्थ त्याच्या अगदीं विरुद्ध शब्दांत म्हणजे मरण अर्थ असलेल्या शब्दांत बसविणें व समजणें केवढी चूक आहे; नाहीं का?

"आधीं बीज एकलें।"

जीव म्हणजे काय? जीवसृष्टीची सुरवात कशी झाली याबद्दल आपण थोडीशी माहिती घेऊं म्हणजे विकासवादानुसार पृथ्वीवरील जीव-सृष्टीची घडामोड कशी झाली हें लक्ष्यांत येईल.

जीव म्हणजे काय हें सांगणें खरोखर कठिण आहे. पण फार खोलांत न शिरतां जीव म्हणजे प्रतिजीव निर्माण करणारी शक्ति असा अर्थ समजून चालूं या म्हणजे विचारांचा गोंधळ उडणार नाहीं. जीवांतून प्रतिजीव निर्माण झाला आणि त्याचें पुन्हां अनेक प्रतिजीव निर्माण करण्याचें कार्य सुरू झाले कीं जीवसृष्टीची सुरवात झाली असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. आतां सध्यां पृथ्वीवर कोट्यवधि जीवांची हालचाल आपण पाहातों. सर्व जीव ज्या एका मूळ जीवापासून निर्माण झाले तो आदिजीव कोणता ?

खरोखर आदिजीव कोणता, त्याचें स्वरूप काय होतें इत्यादिबद्दल आज चटकन् दाखवितां येणारा पुरावा नाहीं. तरी पण आज जें जीव-सृष्टीचें स्वरूप आहे तें कसें बनत आलें आहे याचा विचार करीत मागें जातां जातां शास्त्रज्ञांच्या शोधक बुद्धीला ज्या गोष्टी पटल्या त्या अशा.

अगदीं आरंभीं चिकट व बुळबुळीत द्रव पदार्थयुक्त असे सूक्ष्म प्राणी होते. हे प्राणी आपल्या अंगावरील केंसांच्या सहाय्यानें समुद्रांत इकडेतिकडे पोहत असत व समुद्राच्या पाण्यांतील जीवनद्रव्यें शोषून पाण्यांतच राहात. यांपैकीं कांहीं आपल्याभोंवतीं समुद्रांतील चुनखडीचें द्रव्य व सिलिकेट शोषून घेऊन कवच (शंखासारखें) तयार करीत. हे जीव $\frac{१}{१००}$ इंच व्यासाचे होते. अशा या जीवांच्या एकत्र स्थिर अशा वसाहती झाल्या. या जीवांचीं कवचें एकजीव झालीं. या वसाहती म्हणजेच **स्पंज** होत. कांहीं सूक्ष्म जीवांपासून **पोंवळीं** तयार झालीं. सारांश या कवचधारी सूक्ष्म जंतूंनीं हळूहळू समुद्रांतील निरनिराळ्या भागांत वसाहतींना सुरवात केली. इकडे पोवाळ्यांमध्यें कांहीं जंतूंचें रूपांतर झालें तर दुसऱ्या कांहींचें रूपांतर लांब किड्यांमध्यें झालें. या किड्यांचा विकास होऊन त्यांना अवयव निर्माण झाले. यांपैकीं कांहीं जंतूंचे आपोआप तुकडे होऊन प्रतिजीव निर्माण होत, तर प्रवाळासारख्या किड्यांना अंडीं घालून प्रतिजीव निर्माण करण्याची शक्ति आली. यानंतर अंगाला कांटे कांटे असलेले प्राणी व तारामत्स्य निर्माण झाले. लांबट जंतूपासून गोगलगायी निर्माण झाल्या, त्यानंतर जोड अवयव असलेले म्हणजे गोम वगैरे व खेकडे निर्माण झाले.

इकडे पृथ्वीवरील बर्फ वितळत जाऊन जमीन मोकळी होऊं लागली होती व तिच्यावर वनस्पती वाढूं लागल्या होत्या म्हणजे प्राणिसृष्टीसाठीं जमिनीवर अन्नाची सोय होऊं लागली होती. वर सांगितलेल्या जोड अवयवांच्या प्राण्यांपासून निर्माण झालेले किडे जमिनीवर आले व अनुकूल परिस्थितींत त्यांच्या शरीराची वाढ होत जाऊन त्यांना मोठा आकार प्राप्त झाला. कदाचित् याच जोड अवयवांच्या प्राण्यांची दुसरी एक शाखा निर्माण झाली, ती म्हणजे माशांची. आतांपर्यंतच्या प्राण्यांच्या पाठीला कणा असा नव्हताच. माशांना मात्र कणा व तोंड मिळालें व त्यांच्या पंखांतून श्वासोच्छ्वासाची सोय झाली. यापुढची विकासाची पायरी म्हणजे पंखांतून श्वासोच्छ्वास करणाऱ्या या माशांना फुप्फुसें मिळालीं व ते जमिनीवर येऊन राहूं लागले. यापासून पुढें सरपटणारे प्राणी निर्माण झाले. हे सरपटणारे प्राणी समुद्रकांठीं, नदीकांठीं, जंगलांशेजारीं किंवा कोरड्या जागेंत जाऊन राहूं लागले व त्यांच्या गरजानुसार त्यांची शरीररचना बदलत गेली. १ इंचापासून १०० फूट लांबीपर्यंत त्यांचा आकार वाढला. त्यांची कातडी जाड झाली आणि अंडीं घालून प्रतिजीव निर्माण करतां येऊं लागले. अशा रीतीनें वाढ झाल्यावर सुमारें ६ कोट वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर कांहीं कारणांमुळें कडाक्याची थंडी पडली व ती बराच काल टिकली. त्यामुळें एका ठिकाणीं सर्वांना भरपूर अन्न मिळणें शक्य नव्हतें. अर्थात् दुसरीकडे भर्रकन् जाऊन अन्न मिळविल्याशिवाय जगणें शक्य नसल्यामुळें कांहीं सरपटणाऱ्या प्राण्यांचा विकास पंख फुटून पक्षी होण्यांत झाला. मात्र मूळची लांब शेंपूट पुढें लाखों वर्षांनंतर नाहींशी झाली. या सरपटणाऱ्या प्राण्याच्या पक्ष्याचें कल्पनाचित्र २१२ पृष्ठावर दिलेलें आहे. सरपटणाऱ्या प्राण्यापासून विकास होऊन सस्तन प्राण्यांचा वर्ग (Mammals) निर्माण झाला. सरपटणाऱ्या प्राण्यांचें रक्त थंड होतें, पण पक्ष्यांचें व सस्तन प्राण्यांचें रक्त उष्ण झालें व त्यांच्या शरीरांत ऊब निर्माण झाली आणि जे सरपटणारे प्राणी पक्षी बनले त्यांचे पूर्वीचे अंगावरील खवले जाऊन त्यांऐवजीं पिसें निर्माण झालीं व सस्तन प्राण्यांच्या अंगावर केंस निर्माण झाले.

अशा रीतीनें अगदीं सामान्य जीवापासून विकास होत होत पक्षी व सस्तन प्राणी निर्माण झाले व पृथ्वीवर असंख्य जीव वावरूं लागले. या सर्व

धडामोडींत कित्येक किड्यांच्या, प्राण्यांच्या व पक्ष्यांच्या जाती परिस्थितीशीं झगडून त्यांत विजय मिळवूं न शकल्यानें साफ नाहींशा झाल्या.

२०९ व २१२ पृष्ठावरील चित्रांत मॅमल म्हणून उजव्या बाजूच्या वरच्या कोंपऱ्यांत दाखविलेला प्राणी अशाच रीतीनें नाहींसा झाला. हें सर्व खरें, पण ही कल्पना ठरवायला आधार काय असा प्रश्न तुमच्या मनांत आल्या शिवाय कसा राहील. त्याला उत्तर असें कीं; आहेत यालाहि कांहीं आधार आहेत. पहिला आधार उत्खननांत सांपडलेले प्राण्यांचे सांगाडे, दुसरा आधार खडकांच्या थरामध्यें राहिलेला प्राचीन प्राण्यांचा शेषभाग व त्यावरून होणारा आकाराचा बोध, तिसरा आधार निरनिराळ्या प्राण्यांच्या गर्भांच्या वाढीचा (पाल व मासा या दोन प्राण्यांची अंड्यांत होणारी आरंभींची वाढ अगदीं सारखी असते.) अभ्यास. सारांश, या सर्व विचारसरणीला पटणारे असे आधार आहेत. तुम्ही मोठे झाल्यावर त्या विषयावरील पुस्तकें वाचा म्हणजे यासंबंधीं मोठी मनोरंजक माहिती तुम्हांला मिळेल.

आपले पूर्वज

मनुष्याची उत्पत्ति माकडापासून झाली आहे, असें कुणीतरी म्हटल्याचें किंवा लिहिल्याचें तुम्हीं ऐकलें असेल किंवा वाचलें असेल, पण ही समजूत चूक आहे हें तुम्हीं लक्षांत ठेवलें पाहिजे. गेल्या शतकांत इंग्लंडमध्यें चार्लस डार्विन नांवाच्या शास्त्रज्ञानें प्राण्यांच्या " उपजातींची उत्पत्ति " व " मानवाची परंपरा " या विषयावर दोन पुस्तकें लिहिलीं. त्यानें या पुस्तकांत जी विचारसरणी मांडली त्या विचारसरणीवरच वर सांगितलेला विकासवाद आधारलेला आहे.

डार्विननें असा सिद्धांत मांडला, कीं मनुष्याच्या विकासाचा संबंध कमी दर्जाच्या प्राण्याशीं पोंचतो आणि प्राणिसृष्टीमध्यें जगण्यासाठीं सतत धडपड चालू असते. यासाठीं निरनिराळे प्राणी आपल्या जाती टिकविण्यासाठीं किंवा वंशसातत्यासाठीं समानधर्मी व समानगुणी प्राण्याची प्रतिजीव निर्माण करण्यासाठीं निवड (नैसर्गिक निवड) करतात व प्रतिकूल परिस्थितीवर झगडून विजय मिळवितात आणि जगतात. हे दोन गुण ज्या प्राण्यांत

नसतील ते कालांतरानें नाहींसे होतात व जीवनाच्या झगड्यांत जे नैसर्गिक परिस्थितीप्रमाणें वागून जिवंत राहूं शकतात, त्यांचीच जात जिवंत राहूं शकते; व या जिवंत राहूं शकणाऱ्या जातींचा अनेक पिढ्यांतून विकास होत जातो. या विकासाचा सर्वोच्च बिंदु म्हणजे मनुष्यप्राणि होय.

या त्याच्या सिद्धांताचा विपर्यास होऊन माणसाचा पूर्वज म्हणजे माकड होय अशी गैरसमजूत रूढ झाली व अद्यापहि ती नाहींशी झालेली नाहीं वास्तविक डार्विननें किंवा इतर कोणींहि सर्व माकडांची परिणति पुच्छहीन वानरांत व सर्व पुच्छहीन वानरांची मनुष्यसदृश्य माकडांत व सर्व मनुष्यसदृश्य माकडांची परिणति मनुष्यांत झाली असें म्हटलेलें नाहीं, तरीहि ही गैरसमजूत रूढ झाली.

मग आपले पूर्वज कोण ?

सस्तन प्राण्यांत माकडें, लेमूर व माणसें यांचा वर्ग सर्वांत श्रेष्ठ आहे. या वर्गांतहि सहा पोट वर्ग असून, मनुष्यसदृश्य माकड हें पांचव्या पोट वर्गांत व मनुष्यप्राणी सहाव्या वर्गांत आहे. माकडांतहि भेद आहेत. कांहीं माकडें बुद्धीनें अगदीं मंद असतात, तर चिम्पॅन्झी जातीचीं माकडें बुद्धीनें बरींच सुधारलेलीं असून टाइपरायटरवर टाइप करणें, केंस विंचरणें, चहाचा सेट ठेवला तर चहा करून घेणें या गोष्टी शिकूं शकतात. माकडां-पैकीं कांहीं माकडांना आपलें पिलूं झाडावरून खालीं पडलें तरी त्याची क्षिति नसते, पण पुच्छहीन वानरांच्या (Ape) जातींपैकीं कांहीं वानरें अगदीं माणसाप्रमाणें आपल्या पिलांना संभाळतात, खेळवतात ! अर्थात् यांची वाढ पुष्कळच झालेली असते. या माकडांत आणखी एक महत्त्वाचा फरक असा, कीं माकडांपैकीं कांहीं जाती झाडावरच राहिल्या तर त्यामुळें त्यांची वाढ खुंटली, पण ज्या जाती जमिनीवर राहूं लागल्या त्यांना अर्थात् जमिनीवरील शत्रूपासून संरक्षण करणें, हिंडून अन्न मिळविणें वगैरे गोष्टी कराव्या लागल्या आणि म्हणून त्यांच्या मेंदूची वाढ झाली व बरीच समज निर्माण झाली.

अशाच पुच्छहीन व जमिनीवर राहूं लागलेल्या माकडांच्या-सारख्या प्राण्यापासून मनुष्यप्राणि जन्माला आला असावा.

या शास्त्रज्ञांना अजून नक्की नांव देतां येत नसलेल्या मानवाच्या मूळ पुरुषाला कदाचित् शेंपूट असावी, परंतु वानरांना या झाडावरून त्या झाडावर अशा उड्या मारतांना, चटकन् वळतांना वगैरे शेंपटीचा पांचव्या हाता-सारखा उपयोग होत असे; पण हा पहिला पुरुष व त्याच्या पुढच्या पिढ्या जमिनीवर राहूं लागल्या. त्यांना लांब उड्या मारण्याची गरज राहिली नाहीं म्हणून निरुपयोगी ठरलेली शेंपूट कांहीं पिढ्यांनंतर नाहींशी झाली. मात्र एकेकाळीं आपल्याला शेंपूट होती याची आठवण राहावी म्हणून कीं काय माकडहाड तेवढें शिल्लक राहिलें आहे.

सारांश, अशा पुच्छहीन वानरासारखी शरीररचना असलेल्या प्राण्यापासून ताठ शरीर, बांकदार वळण घेतलेला पाठीचा कणा, हात व त्या मानानें लांब पाय, कुठल्याहि जातीच्या माकडापेक्षां मोठा मेंदू, शब्दोच्चार करण्याची शक्ति व शिक्षण घेण्याची शक्ति असलेला मानवप्राणी निर्माण झाला आहे. रामायणांतील मारुतीची (व त्याचे मित्र वाली, सुग्रीव इ.) कथा तुम्हीं विसरूं नये. मारुतीला वानर म्हणत. कारण त्याला बोलतां येत असे. त्याच्या सर्व शरीराची ठेवण माणसासारखी होती. फक्त त्याची शेंपूट, व चेहऱ्याची ठेवण माकडांच्यासारखी होती. कदाचित् अपुऱ्या विकासाचा हा वानर (माकड) किंवा वा म्हणजे अथवा, नर म्हणजे मनुष्य असा मनुष्यजातींत मोडण्यासारखा माकड असावा ! असो.



मनुष्याचा विकास

वरील चित्र पाहा. या चार चित्रांत मनुष्याच्या तोंडाची ठेवण कशी बदलत गेली हें दाखविलें आहे. अगदीं पहिल्या चित्रांत त्याचें डोकें लहान व जबडा पुढें आलेला व माकडासारखें उघडें तोंड आहे. त्यानंतर त्याच्या डोक्याचा आकार मोठा होत गेलेला (कारण त्याच्या

मेंदूचा आकार वाढला) व तोंडाचा भाग आंत सरलेला दिसेल. चौथ्या चित्रांत आजच्या मनुष्याचें म्हणजे पूर्ण विकास झाल्यावरचें तोंड दाखविलेलें आहे.

सारांश, मनुष्य हा अशा रीतीनें या पृथ्वीवर अवतीर्ण झाला आहे.

वानरापासून मनुष्य कीं मनुष्यापासून वानर ?

अशा रीतीनें सुमारें दहा लाख वर्षीपूर्वी मनुष्यप्राणि अवतीर्ण झाला. प्रोफेसर ओसबोर्न नांवाच्या गृहस्थांना मनुष्यांत झालेला विकास मान्य आहे, पण पुच्छहीन वानरापासून त्याचा विकास झाला असावा हें मत मान्य नाहीं. त्यांच्या मतें मनुष्याचा जन्म अगदीं स्वतंत्र रीतीनेंच झाला व त्यानें आजची सुधारलेली स्थिति प्राप्त करून घेतली. या विकासांत वानराच्या स्थितींतून तो कधींच गेला नाहीं.

प्रोफेसर वेस्टेन ह्योफर या गृहस्थांनीं तर वानर हेंच माणसापासून झालें असें आपलें मत जाहीर केल आहे.

वनस्पतीसृष्टि

वनस्पतीसृष्टि व प्राणिसृष्टि यांची उत्पत्ती कशी झाली व विकास कसा होत गेला हें थोडक्यांत सांगितलें. आतां वनस्पती व प्राणी यांतील मुख्य फरक पाहूंया. वनस्पती व प्राणी यांच्यांतील मुख्य फरक जगण्यासाठीं दोघे जें अन्न घेतात त्यांत आहे. सर्व वनस्पती किंवा प्राणी यांना स्वतःच्या वाढीसाठीं कार्बन, हायड्रोजन, नायट्रोजन आणि प्राणवायु यांची गरज असते. हिरवी वनस्पति सूर्यप्रकाशाच्या सहाय्यानें हवेंतील किंवा पाण्यांतील कार्बन डायॉक्साइडमधला कार्बन शोषतात हायड्रोजन पाणी आणि जमिनीं-तील क्षार यांमधून मिळतो, प्राणवायू हवेंतून आणि नायट्रोजन खनिज द्रव्यांतून मिळतो. प्राण्याला इतक्या साध्या पद्धतीनें आपलें अन्न मिळवितां येत नाहीं. त्याला वनस्पतीवर व तिच्या फलाफुलांवर अवलंबून राहावें लागतें.

वनस्पतीसृष्टीची सुरवात

पहिली वनस्पती कोणती हें जरी निश्चितपणें सांगतां येणें कठिण असल तरी **समुद्रवली** ही सर्वांत जुनी वनस्पति आहे. म्हणजे प्राणिसृष्टी-

प्रमाणें वनस्पतिसृष्टीची सुरवातहि समुद्राच्या पाण्यांतच झाली. नंतर समुद्रकिनाऱ्यावर व समुद्रकिनाऱ्यावरून सर्व पृथ्वीवर वनस्पति निरनिराळ्या रूपांत पसरली. समुद्रवेलीनंतर नेचे, त्यानंतर शाखा फुटलेलीं झाडेंझुडपें, सूचिपर्णी वृक्ष निर्माण झाले. यानंतर फुलें येणारी वनस्पति व त्याच्यापुढची व शेवटची पायरी म्हणजे फळें येणारी वनस्पति निर्माण झाली. असा हा वनस्पतीचा थोडक्यांत इतिहास आहे.

हवामानाचा वनस्पतीवर होणारा परिणाम

प्रत्येक वनस्पतीला अनुकूल असें हवामान ज्या भागांत असेल त्याच भागांत ती उगवते व त्या हवामानाला अनुकूल अशीच तिची रचना होते. शंकूसारख्या आकाराचे वृक्ष बर्फ पडणाऱ्या प्रदेशांतच उगवतात; कारण आकाशांतून पडणारें बर्फ त्यांच्या आकारामुळें पानावर फारसें अडकून न राहतां खालीं गळून पडतें. तसेंच नारळीचीं झाडें फक्त उष्ण कटिबंधांतच वाढतात. तीं शीतकटिबंधांत किंवा ध्रुववृत्तावरच्या प्रदेशांत जगणें शक्य नाहीं. एक महत्त्वाची गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे, ती अशी, कीं उष्ण कटिबंधांतील वृक्षांच्या शाखा ऐसपैस आडव्या पसरतात. व त्यामुळें त्यांना डेरेदार आकार येतो. जसजसें थंड प्रदेशांत जावें तसतशी वृक्षांची उंची सामान्यतः वाढते, त्यांच्या फांद्या रुंद पसरत नाहींत, तसेंच उष्ण प्रदेशापेक्षां इमारतीचें लांकूड देणारे वृक्ष थंड प्रदेशांत जास्त होतात. कांहीं वृक्ष अनुकूल हवामान नसेल तर अनुकूल हवामानाच्या ठिकाणीं त्यांचें स्थलांतर होतें. बांबू किंवा कळक एके काळीं कास्पियन समुद्राच्या आसपास उगवत असे; पण त्या ठिकाणाहून तो आतां उष्ण कटिबंधांतील प्रदेशांत आला आहे.

वनस्पतीची उंची, रुंदी व वय

$\frac{१}{२०}$ इंच उंचीच्या शेवाळ्यापासून ते ३०० फूट उंचीच्या पाइन वृक्षापर्यंत वनस्पतीच्या निरनिराळ्या वृक्षवेलींची उंची वाढते. ऑस्ट्रेलियांत वाढणाऱ्या युकॅलिप्टस नांवाच्या एका वृक्षाची उंची ५५८ फूट आढळून आलेली आहे. वृक्षांच्या खोडांची रुंदी १५ फूट व्यासाची आढळून आलेली आहे. आपल्याइकडच्या वडाला पारंब्या फुटतात व त्याहि जमिनींत

शिरून त्यांचें दुसरें खोड तयार होतें. असें हें पारंब्यांचें खोड जर मूळ खोडाला लागून तयार झालें तर कांहीं काळानंतर मूळचें खोड कोणतें हें ओळखणें कठीण जातें. कित्येक वृक्षांचा घेर ७० फुटांपर्यंत असतो. व त्यांच्या पडणाऱ्या सावलीचा घेर १००० फुटांइतका होतो. कॅलिफोर्नियांत २००० वर्षें वयाचें रेडवुड नांवाचे वृक्ष सांपडतात. कलकत्याच्या वनस्पती–उद्यानांत १३ फूट व्यासाचें मुख्य खोड असलेला १०० वर्षें वयाचा व ३००० पारंब्यांचा पिंपळ आहे. पिंपळाच्या जोडीचा असाच अवाढव्य पसरणारा वृक्ष म्हणजे वड होय. आतांपर्यंत ड्राकेना नांवाचा १८६८त उन्मळून पडलेला (कॅनेरी बेटांतील टेनेरिफ गांवचा) वृक्ष ६००० वर्षांचा व ४७ फूट घेराचा असून तो सर्वांत मोठा मानतात. वृक्षाचें वय ओळखण्याचें साधन म्हणजे त्याचें खोड आडवें कापलें म्हणजे त्यावर दिसून येणारीं वलयें होत. जितकीं वलयें त्यावर असतात तितक्या वर्षांचें त्याचें वयोमान असतें. सामान्यतः वृक्षाचें ३००० वर्षें, ओक वृक्षाचें १५००, पाइन १०००, मॅपल वृक्षाचें ६००, बीच वृक्षाचें २४५, बर्च २००, वड व पिंपळ १००० वर्षें याप्रमाणें आयुष्य असतें.

धर्म आणि वृक्षवेली

वड, पिंपळ व उंबर किंवा औदुंबर हे तीन वृक्ष आपल्याकडे फार पवित्र मानतात. हे तीन्ही वृक्ष पवित्र म्हणून त्यांना ब्राह्मणवृक्ष मानतात. एवढेंच नव्हे तर वडाची आणि पिंपळाची मुंजहि करतात. वटसावित्रीच्या व्रतादिवशीं म्हणजे वटपौर्णिमेला स्त्रिया वडाची पूजा करतात. औदुंबराचा वृक्ष हा दत्तात्रयाचा आवडता म्हणून पूज्य आहे. पिंपळ हा विष्णूचें निवासस्थान मानतात. पिंपळाच्या झाडाखालीं गयेला भगवान् बुद्धाला ज्ञान झालें. या पिंपळाला बोधिवृक्ष असें नांव आहे. यामुळें पिंपळ हा बुद्धधर्मीयांनाहि पूज्य आहे. शमीवृक्षाला परंपरेचें महत्त्व आहे. विजयादशमीला सीमोल्लंघन करून शमीवृक्षाची पूजा करावयाची चाल आपल्यांत आहे. शमीवृक्ष नसेल तर आपट्याच्या झाडाची पूजा करून नंतर त्याचीं पानें सोनें म्हणून वाटतात. तुळस हीहि अशीच पवित्र आहे. चातुर्मास संपल्यावर प्रथम तुळशीचें लग्न लावतात व नंतर इतर लग्नकार्यांना

सुरवात होते. हिंदुस्थानाबाहेरहि निरनिराळे वृक्ष निरनिराळ्या कारणांनीं पवित्र मानतात.

फॉर्मोसा बेटांतील प्रत्येक खेड्यांत एक पिशाचवृक्ष असतो. त्या वृक्षावर मृतांचे आत्मे राहतात असा तेथल्या लोकांचा विश्वास आहे. वर्षांतून एकदां खेड्यांतील सर्व लोक त्या झाडाभोंवतीं जमून उत्सवानें त्या झाडाला दारू पाजतात. बायबलमध्यें ज्ञानवृक्षाचा उल्लेख असून त्या वृक्षाचें फळ खाल्ल्यावर मनुष्यजातीचे आद्य मातापिता जे ॲडम आणि ईव्ह यांना लज्जा वगैरे मानवी भावना निर्माण झाल्या व अशा रीतीनें त्यांचा अधःपात झाला अशी कथा आहे. ट्यूबा नांवाचा एक वृक्ष असून त्याकडे पाहण्याचें सामर्थ्य फक्त ईश्वर व त्याचा प्रेषित महंमद यांनाच आहे अशी मुसलमानांत कल्पना आहे.

फुलें

कोणतं ना कोणतं तरी फूल प्रत्येकाला आवडतंच. कोणाला एखाद्या फुलाचा आकार आवडेल तर कुणाला एखाद्या फुलाचा सुगंध आवडेल. फुलांचे रंग तरी किती विविध आहेत ! गुलाबाचं फूल घेतलंत तर त्यांत काळा, पिवळा, पांढरा, लाल, गुलाबी अशा प्रकारच्या निरनिराळ्या तऱ्हा आढळतील. चांफ्याच्या फुलांत हिरवा चांफा व सोनचांफा हे दोन मुख्य प्रकार आहेत. पण हिरवा चांफा व पिवळा चांफा या दोन फुलांच्या वासांत केवढें अंतर आहे. हिरव्या चांफ्याचा वास मादक आणि मस्त तर पिवळ्या चांफ्याचा मंद आणि राजस. कांहीं फुलें इतकीं लाजरीं असतात कीं तीं झाडाकडे पाहिलं तर दिसून यायचीं नाहींत, पण आपल्या वासानं भोंवतालचं वातावरण दरवळून टाकतात. त्यांचा रंगसुद्धां फुलझाडाच्या पानासारखाच असतो. सर्वसाधारण पाहिलें तर सूर्य उगवण्याच्या वेळेला बहुतेक सर्व फुलांच्या कळ्या उमलूं लागतात. जणूं काय सूर्यप्रकाशाच्या जोडीला हवा सुवासिक करून मनुष्याला कार्योत्सुक करण्याचें व त्याच्या प्रसन्नतेंत भर घालण्याचें कर्तव्यच त्यांना बजावायचें असतें. सूर्यकमळें सूर्य उगवला कीं आपल्या पाकळ्या पसरून त्याचें स्वागत करण्यासाठीं पूर्वेस वळतात व त्याच्याशीं हितगुज करीत

सर्व दिवस तो जसा वळेल तशीं वळतात नी तो मावळला कीं म्लान होतात; आणि दिवसभर खालीं मान घालून बसलेलें चंद्रकमळ चंद्रकिरणाच्या स्पर्शाबरोबर प्रफुल्लित होऊन हवेच्या लहरीसंगें डोलूं लागतें. मनुष्यानें दिवसभर कष्ट केल्यानंतर त्याला रात्रीं मिळणाऱ्या शांत वेळींहि त्याचें मन खुलविण्यासाठीं रातराणीचीं फुलें सर्व वातावरण दरवळून टाकतात. तिचा सूर्यप्रकाशांत कधीं दिमाख दिसणार नाहीं आणि म्हणून तिच्याकडे फारसें कोणी बघतहि नाहीं. पण प्रसिद्धि पराङ्मुख कार्यकर्त्याप्रमाणें किंवा सर्वांच्या सुखाकरतां स्वैपाकघरांत व माजघरांत निमूटपणें झटणाऱ्या आईसारखी तिची स्थिति असते. जाई, जुई, पारिजात यांचीं फुलें तर इतकीं नाजूक असतात कीं २–४ मिनिटें हातांत धरलीं कीं तीं हाताच्या उष्णतेनें म्लूल होऊं लागतात. कांहीं फुलांच्या पाकळ्यांची रचनाच मोहक असते. गुलाब, कमळ, शेवंती, डायझी, खिस्थॅन्थमम् मोगरा, सोनचांफा, हीं फुलें तरी एकदां पाहा. तुम्हांला चित्र काढण्याची हौस असेल तर या फुलांच्या पाकळ्यांच्या रचनेंतील सौंदर्य तुम्हाला कळेल. निशिगंध, जास्वंदी, कमळ, ट्यूलिप यांचा बांकदार आकार मोठा मोहक असतो. अशीं हीं विविधतेनें नटलेलीं फुलें पाहून आपण थोरांचा सत्कार करण्यासाठीं, प्रेमाची भेट देण्यासाठीं त्यांचा उपयोग करतों, कृतज्ञता व्यक्त करण्यासाठीं पुष्पमाला अर्पण करतों, फुलें वाहतों आणि वधूवर तर पुष्पमालांच्या रूपानें आपलीं हृदयकमळेंच एकमेकांस अर्पण करतात! अशा या फुलांच्या गुणांचें चीज आपण किती कृतज्ञतेनें करतों. नाहीं ?

व्रतें आणि पत्री

निरनिराळ्या वनस्पतींच्या फुलांचा जसा पूजेसाठीं उपयोग होतो तसा पत्रीचाहि उपयोग होतो. मंगळागौर, अनंत व सत्यनारायण पूजेला हरतऱ्हेच्या वृक्षांची पानें वाहण्याची पद्धत आहे. दूर्वा गणपतीला, बेल (व मोहोर) शंकराला, रुईची पानें मारुतीला प्रिय आहेत. पत्रीप्रमाणें लाल फुलें गणपतीला व पांढरी फुलें शंकराला आवडतात.

फुलें आणि संगीत

काहीं फुलें संगीतानें आनंदित होतात तर कांहीं फुलांना संगीताचें वावडें आहे; इतकें कीं गोड स्वर ज्या बाजूनें येतात ती बाजू टाळून दुसऱ्या बाजूस तीं फुलें तोंड वळवितात.

वनस्पतींचे व फुलांचे औषधी उपयोग

आजारी पडल्यावर आपण जीं औषधें घेतों त्यांपैकीं शेंकडा ७० औषधें निरनिराळ्या वनस्पतींपासून तयार केलेलीं असतात. तापावर सिंकोना नांवाच्या वृक्षापासून तयार झालेलें कोयनेल, तसेंच गुळवेल, काडेचिराइत इत्यादि वनस्पती उपयोगी आहेत. सोनामुखी, एरंडी यांसारख्या झाडांचीं पानें व फळें रेचक म्हणून उपयोगी पडतात, कांहीं वेलींच्या मुळ्या पोटदुखीवर गुणकारी आहेत, तर कांहीं वेलींच्या पानांचा रस रक्तस्राव थांबवितो व जखम बंद करतो. कोरफडींतला गीर थंड व पांथरीवर उपयोगी, तर निवडुंगाच्या बोंडाचा रस पौष्टिक म्हणून प्रसिद्ध. दालचिनीच्या झाडाची साल औषधी, तर लवंगाच्या झाडाचीं फळें म्हणजे लवंगादि औषधी. सारांश कुणाचें मूळ, कुणाचें देठ, कुणाची साल, कुणाचें फळ, कुणाची शेंग, कुणाचें फूल अशा रीतीनें हजारों वनस्पतींचा आपल्या औषधासाठीं उपयोग होतो.

फळें

फळें हें तर आपलें अत्यंत पौष्टिक असें अन्न आहे. पण सर्वच फळें अन्न म्हणून उपयोगी नाहींत, कांहीं विषारी असतात. फळें जमिनींत व जमिनीवर वृक्षवेलांना येतात. जमिनींत उगवणाऱ्या फळांना कंद म्हणतात. एवढाच काय तो फरक. रताळीं, बटाटे, बीट, सुरण हीं खरोखरी फळेंच होत. वेलवेलींवर उगवणारीं फळें म्हणजे भोपळे, वांगीं, तोंडलीं इत्यादि. पण या सर्व फळांचा उपयोग भाज्या करण्याकडेच होतो. या प्रकारचीं फळें सहसा कचींच्या कचीं फारशीं खात नाहींत. वृक्षवेलीवरचीं म्हणजे जमिनीपासून निदान ५–७ फुटांचे वर वाढणाऱ्या वृक्षवेलींचीं फळें अन्न या दृष्टीनें फार चांगलीं. आंबा, केळीं, पेरू, द्राक्षें वगैरे हीं फळें झाडांवरच पिकतात किंवा मुद्दाम तोडून तीं कृत्रिम उष्णतेनें पिकवितां

येतात. यांचा रस किंवा गर आपण खातों. हीं मऊ फळें होत. सुपारी हीहि फळच, पण ती किती कठीण असते ! शेवग्याच्या शेंगा व चिंचा हीहि फळेंच. द्राक्षें, काजू, बीट वगैरे फळांपासून दारू करतात. कांहीं फळांपासून तेलहि काढतात.

वनस्पतींचें संरक्षण

गुलाबाच्या फांदीला कांटे असतात, निवडुंगाला कांटे असतात, धोतऱ्याला कांटे असतात. सारांश निसर्गानें कांहीं वनस्पतींच्या संरक्षणार्थ त्यांच्या अंगावर कांटे निर्माण केले आहेत. कांहीं वनस्पतींच्या अंगीं बेचवपणा, कांहींच्या अंगीं कडवटपणा, कांहींच्या पानाला कांटेच, कांहीं विषारी, वृक्ष वगैरे उंच व जाड सालींचीं. अशा रीतीनें जनावरापासून अनेक वनस्पतींचें संरक्षण निसर्गतःच होतें. गवत व झुडुपें हीं तर जनावरांचें खाद्य म्हणूनच निर्माण झालेलीं आहेत. पिकानंतर कणसांतील धान्य काढून घेतल्यावर त्यांचा कडबा जनावराला उपयोगी पडतो. मात्र असल्या धान्ययुक्त वनस्पतींचें संरक्षण आपल्याला करावें लागतें.

वनस्पतींचें जीवन

वनस्पतींचें मुख्य अन्न कोणतें यासंबंधीं आरंभींच सांगितलें आहे. वनस्पतीजीवनाच्या दुसऱ्या बाजूकडे पाहूं. वनस्पतींच्या वाढीला पिवळा व लाल रंगाचा प्रकाश फार चांगला. सकाळच्या वेळीं सूर्यप्रकाशांत हे किरण जास्त प्रमाणांत असतात म्हणून सकाळच्या वेळीं झाडेंझुडपें जास्त टवटवीतं दिसत असतात.

आकाशांतल्या निसर्गजन्य विजेचें किंवा मानवी कल्पकतेनें निर्माण झालेल्या विजेचें वनस्पतींच्या वाढीला फार सहाय्य होतें. नॉर्वेमधल्या एका इंजीनियरला ज्या ठिकाणच्या जमिनीखालून विजेच्या तारा नेल्या आहेत, त्या जमिनीवरील भाजीपाला इतर ठिकाणच्या भाजीपाल्यापेक्षां जास्त लौकर वाढत असलेला आढळून आला. त्यानें यासंबंधीं खात्री करून घेण्यासाठीं स्वतः प्रयोग केले व त्याला विजेमुळें वनस्पतीची वाढ जोराची होते, असें आढळून आलें. आज युरोप अमेरिकेंत जमिनींत वीज फिरवून भाजीपाल्याची लागवड पुष्कळ ठिकाणीं करतात. उत्तरध्रुववृत्ताशेजारीं नैसर्गिक

वीज हवेंत पुष्कळ आहे. त्यामुळें बर्फ वितळल्यानंतर जो अगदीं थोडा वसंतऋतूचा काल मिळतो त्या कालांत तेथील झुडपें, वनस्पती फार झपाट्यानें वाढतात असें आढळून आलें आहे. कांचघरांतील कांहीं नाजूक वनस्पतींच्या वाढीसाठीं कृत्रिम सूर्यप्रकाश विशेषतः पिवळा व लाल किरणांचा, उपयोगांत आणतात.

वनस्पतीच्या मुळाचें व त्याच्या लहान लहान शाखांचें कार्य जमिनींतील क्षारयुक्त पाणी शोषून घेणें व वनस्पती जमिनींत घट्ट धरून ठेवणें हें असतें. खोडाचें कार्य शाखाविस्तार करणें व देठाचें कार्य पानें हवेंत पसरविणें हें आहे. खोडामधील व देठांमधील शिरा, पाणी, क्षार व इतर जीवनद्रव्यें सर्व बाजूंस पुरविण्याचें कार्य करतात. पानें हवेंतील पाणी, सूर्यप्रकाश, उष्णता व कार्बन, ऑक्सिजन इत्यादि वायू शोषण्याचें म्हणजे वनस्पतीच्या फुप्फुसाचें कार्य करतात. फुलें नवीन बीं निर्माण करण्याचें, मध देण्याचें व अत्तरासाठीं स्निग्ध व सुगंधयुक्त द्रव्यें संचयित करण्याचें कार्य करतात. फार जड फळ न येणाऱ्या वेली व फुलवेलीशेजारीं वृक्ष असेल तर त्यांच्या आधारानें उंच चढतात. जनावरांना व मनुष्यांना लागणारें पिष्टमय अन्न निरनिराळ्या स्वरूपानें तयार करण्यांत मुळ्या, पानें व देठ सदैव गुंतलेलीं असतात.

हिंवाळ्यांत वृक्षांचीं पानें गळून पडतात. पण त्यामुळें वृक्षांचा फायदाच होतो. कारण थंडीच्या दिवसांत वृक्षांच्या मुळ्यांनीं मिळणाऱ्या पाण्याचा फारसा उपयोग करून घेतां येत नाहीं. त्यामुळें पाण्याची वाफ हवेंत सोडणाऱ्या पानांचा त्यांना कांहींच उपयोग नसतो व म्हणून वृक्षांचीं पानें गळून पडतात. वसंतऋतू सुरू झाला कीं पालवी फुटते. पानांची पूर्ण वाढ झाली कीं तीं गळून पडतात. यापूर्वीं त्यांचा रंग पिवळा होतो. पानें गळून पडण्यापूर्वीं आपल्या जन्मदात्या वृक्षाला जास्तींत जास्त जीवनद्रव्यें देतात. पानें कोवळीं असतांना तांबूस, नंतर हिरवीं, काळसर हिरवीं व शेवटीं पिवळीं असे त्यांचे सामान्यतः रंग बदलतात.

वृक्षवेलींच्या जंगलाचा उपयोग किती होतो, हें आपल्या घराकडे, पाण्याकडे व शिजविलेल्या अन्नाकडे पाहिलें कीं समजून येईल. अशा रीतीनें वनस्पतींचें जीवन केवळ परोपकारार्थ आहे.

वृक्षवेली, फळझाडें, गवत किंवा धान्यें इत्यादींची वाढ वृक्षांच्या फांद्यापासून, बियांपासून होते. फळें खाणारे पक्षी फळाबरोबर त्यांच्या बियाहि खातात, पण या बिया त्यांना पूर्णपणें न पचल्यामुळें विष्ठेतून इकडे तिकडे पसरतात. वाढलेलें बीं वाऱ्यानें इकडे तिकडे उडून जातें, कांहींची मुद्दाम लागवड करावी लागते.

सुंदर उद्यानें

सुंदर बागा किंवा उद्यानें तुम्हीं कधीं पाहिलीं आहेत काय? एकाद्या सरकारी उद्यानांत जाऊन विविध पर्णमय झुडपें, त्यांच्या पानांचे विवध रंग व विविध आकार, निरनिराळ्या वेली, फुलझाडें, निरनिराळे आकार धारण करून वाढणारे वृक्ष, त्यांच्या पानांची रम्य रचना व आकार हें पाहून सृष्टीच्या नैसर्गिक वैभवाची कल्पना येईल. त्यांतच कुशल माळी असेल तर तो या झुडुपांना कापून निरनिराळे मोहक आकार देतो, निरनिराळ्या पद्धतीचीं त्यांचीं कुंपणें तयार करतो, फुलझाडांची मांडणी आकर्षक करतो व त्या उद्यानाच्या सौंदर्यांत भर घालतो.

राष्ट्रीय फुलें व वनस्पती

ज्या राष्ट्रांत एखाद्या फुलाची जास्त आवड असते, किंवा त्याला धार्मिक उत्सवांत प्रमुख स्थान मिळतें किंवा निसर्गानेंच जीं फुलें एखाद्या राष्ट्रांत जास्त प्रमाणांत निर्माण होतात तीं तीं फुलें त्या त्या राष्ट्राचीं "राष्ट्रीय फुलें" म्हणून ओळखतात. हिंदूंच्या विष्णू व शंकर या दोन दैवतांना कमळ फार प्रिय आहे. शिवाय कमळ हें हिंदुस्थानांत मोठ्या प्रमाणावर उगवतें म्हणून हिंदुस्थानचें राष्ट्रीय फूल कमळ मानतात. त्याचप्रमाणें इंग्लंडचें गुलाब, हंगेरी व हॉलंड यांचें ट्यूलिप, फ्रान्सचें आपल्या कमळापेक्षां निराळ्या आकाराचें कमळ, इजिप्तचें वेलदोड्याच्या सालीप्रमाणें पाकळ्या असणारें कमळ, जपानचें चेरी ब्लॉसम, इराणचें लाल गुलाब याप्रमाणें राष्ट्रीय फुलें आहेत. कित्येक राष्ट्रें फुलाच्याऐवजीं वनस्पतीला राष्ट्रीय मान देतात. उदाहरणार्थ आयर्लंडची शॅमरॉक, ग्रीसची लॉरेल, कॅनडाची मॅपल लीफ् इत्यादि.

वनस्पतींना जीव आहे

वनस्पती किंवा प्राणी यांची सूक्ष्मपिंडात्मक (Cell) घटना असते. अशा लक्षावधि सूक्ष्मपिंडांच्या एकीकरणामुळें व वाढीमुळें वनस्पती व प्राणी यांची वाढ होते. अर्थात् प्राण्याप्रमाणें वनस्पतींनाहि जीव असला पाहिजे. एवढेंच नव्हे तर दुःख, आनंद इत्यादि सामान्य भावनाहि असल्या पाहिजेत या कल्पनेनें शास्त्रज्ञांनीं वनस्पतींना दुखापत केल्यास दुःख होतें व अनुकूल परिस्थितींत आनंद होतो असें सिद्ध केलें आहे. एक विख्यात हिंदी शास्त्रज्ञ डॉ. जगदीशचंद्र बोस यांनीं वनस्पतींचा विकास कसा होतो हें दाखविणारें यंत्रहि शोधून काढलें आहे.

प्राणीसृष्टि

वनस्पतीशिवाय इतर जी जीवसृष्टि ती प्राणीसृष्टि होय. मनुष्य हाहि अर्थातच प्राणीसृष्टींत येतो; पण त्याचा आपल्याला स्वतंत्रपणें व अधिक विचार करावयाचा असल्यानें त्याचा या लेखांत विचार केलेला नाहीं. या प्राणीसृष्टींत लहानशा जंतूपासून मासे, पक्षी, सर्प, कीटक व हत्तीसारखे प्रचंड प्राणी या सर्वांचा समावेश होतो. या सर्वांची सर्व प्रकारची माहिती मिळवायची म्हणजे असला निदान एक भाग तरी स्वतंत्रपणें लिहावा लागेल. तेव्हां इतक्या तपशीलांत न शिरतां त्यांचे सर्वसामान्य विशेष तेवढेच पाहूं.

सस्तन प्राण्याशिवाय इतर सर्व प्राण्यांची उत्पत्ति अंड्यापासून होते. प्राण्यांत पाठीचा कणा असलेलें व नसलेलें, थंड व उष्ण रक्ताचे, दोन किंवा चार पाय असलेले किंवा ५० पेक्षांहि अधिक पाय असलेले किंवा मुळींच पाय नसलेले असे प्रकार आहेत. पाठीचा कणा नसलेले प्राणी गोम, गोगलगाय, साप, खेकडे, लहानसहान किडे इत्यादि शेंकडों अंडीं घालत असतात व त्यांची वाढहि झपाट्यानें होते. पण त्यांचा नाशहि मोठ्या प्रमाणावर होतो. बरींच अंडीं पूर्णावस्थेस पोंचून त्यांतील पिल्लीं बाहेर पडण्यापूर्वींच इतर पक्षी किंवा प्राणी खाऊन टाकतात. किंवा कशाच्या दाबाखालीं किंवा उंचीवरून पडून फुटून जातात. इतकें झालें तरीहि लक्षावधी लहानसहान किडे, कीटक रोज जन्माला येतात व

वाढतात. ही त्यांची वाढ अशीच अमर्याद झाली तर मनुष्याला पृथ्वीवर राहायला जागासुद्धां मिळायची नाहीं. पण तसें होत नाहीं; कारण या प्राणीसृष्टींतले जीव एकमेकांच्या जिवावर जगत असतात व अशा रीतीनें प्राण्यांची संख्या मर्यादित राहते. कांहीं पक्षी केवळ जमिनींतल्या किड्यांवरच जगतात, मासे किडे खातात एवढेंच नव्हे तर मोठे मासे लहान माशांना खातात. वाघ, सिंह, हे बकरी, गाई, म्हशी, झेब्रे, उंट, गेंडे, माणसें इत्यादींना मारून त्यांच्या मांसावर जगतात, साप रानावनांतील व शहरांतील उंदीर, बेडूक वगैरे खाऊन जगतात. तर या सापांना मारून गरुड त्यांचें मांस खातो. कांहीं पक्षी मासे खाऊन जगतात तर कांहीं पक्षी माशा खाऊन जगतात. मांसाहारी माणसें पशूपक्षी, मासे या सर्वांचा फन्ना उडवीत असतात. अशी ही प्राणीसृष्टी विचित्र घटनांनीं भरलेली आहे.

प्राण्यांतील जातिविशिष्ट संघ

प्रत्येक प्राण्याला जगण्यासाठीं व शत्रूशीं तोंड देण्यासाठीं संघासंघानें राहणें भाग पडतें. हत्तींचे कळप, हरणांचे कळप असतात हें तुम्हाला माहीत असेल. या कळपांचा एक पुढारी असतो व त्याच्या नेतृत्वाखालीं इतर राहात असतात. अर्थात् असे कळप करून राहायलासुद्धां थोडीशी बुद्धि असावी लागते. जिब्राल्टरच्या प्रख्यात खडकावर एका विशिष्ट जातीचीं माकडें आहेत. हीं माकडें आतां मुद्दाम मारून टाकल्यामुळें कमी झालेलीं आहेत. पण त्यांच्यांतील संघटनशक्तीच्या फार मनोरंजक गोष्टी सांगतात, त्या अशा: एकदां एका सोल्जरानें एका माकडाला खिजविलें व त्रास दिला. त्याबरोबर त्या माकडानें चिडून त्याच्यावर हल्ला केला. तेव्हां सोल्जरानें भिऊन जाऊन त्याच्यावर गोळी झाडली. हें पाहतांच माकडांच्या म्होरक्यानें आपल्या सैन्यानिशीं त्या सोल्जरावर हल्ला करून त्याला ओढत नेऊन समुद्रांत फेकून दिलें व इतर सोल्जरांनाहि त्रास देण्यास सुरवात केली. त्याबरोबर चुकीची दुरुस्ती करण्यासाठीं सोल्जरांनीं दुसरेंच एक माकड त्यांत आणून सोडलें. पण त्या माकडांनीं या नव्या पाहुण्याला धरून सोल्जरांचेच अंगावर फेकून दिलें.

आपल्या नेहमींच्या परिचयांतील जनावरांत म्हशीसारखें मठ्ठ व सुस्त जनावर नाहीं; पण एकदां अरण्यांत ७–८ म्हशी चरत असतांना वाघ आला. त्याबरोबर सर्व म्हशी वर्तुळ करून शिंगें रोखून उभ्या राहिल्या व त्यांनीं वाघाचा प्रतिकार केला असें म्हणतात. तसेंच कांहीं कांहीं जनावरांची चांगली मैत्री असते व एकाच्या संकटाच्या वेळीं दुसरीं धांवून येतात. धनगराच्या कुत्र्याचें उदाहरण सर्वांच्या परिचयाचें आहे. कांहीं प्राणी अगदीं दुष्ट असतात. उदाहरणार्थ साप. साप झाडावर चढून घुबड, कावळे वगैरे पक्ष्यांचीं अंडीं खातात.

प्रत्येक प्राण्याचा स्थानपरत्वें व स्थितिपरत्वें अनेक प्रकार असतात. सिंहिणीला व कांहीं जातींच्या सिंहाला आयाळ नसतें. वाघांत ७–८ प्रकार आहेत. ढाण्या वाघाचा आकार नाकाच्या शेंड्यापासून शेपटीच्या टोकापर्यंत ११–१२ फूट लांब असतो. तर शिकारी चित्त्यांचा ५–६ फूट असतो. वाघाची झेप ७–८ फुटांची असते; त्या मानानें चित्त्याची झेप कमी असली तरी तो वाघापेक्षां जास्त वेगानें पळूं शकतो. कॅंगरूला चार पाय असले तरी पळण्याच्या वेळीं तें मागच्या दोन पायांवर उड्या घेत घेतच पळतें. कॅंगरूच्या पोटाला पिशवी असते व त्या पिशवींत त्याचीं पिलें वर्ष दीड वर्षांचीं होईपर्यंत राहतात. प्राण्यांना शेपट्या फुगवून आपलें उग्ररूप दाखवितां येतें. उदा० मांजर. तसेंच वळणावर वळतांना व तोल संभाळतांना शेपट्यांचा फार उपयोग होतो. त्यांची शेपटी म्हणजे डोंबाऱ्याची काठीच.

प्राण्यांचा औषधी उपयोग

सापाच्या विषाचा उपयोग सापाचें विष उतरविण्याला होतो. माशांचीं तेलें औषधीं असतात. कॉड नांवाच्या माशाचें तेल (कॉडलिव्हर ऑईल) प्रख्यात आहे. सांबराचें शिंग पाण्यांत उगाळून त्याचा कपाळावर लेप दिला कीं डोकेदुखी थांबते. गाईबैलांच्या शरिरांतील कांहीं भागांतील द्रव्यें शक्तिवर्धक असतात. शेळीचें, गाईचें दूध पौष्टिक असतें. कस्तुरी-मृगाच्या बेंबींतील कस्तुरी सुवासिक तर असतेच; पण औषधीहि असते.

विषारी प्राणी

साप, विंचू, इंगळी हे प्राणी विषारी आहेत. सर्व साप विषारी नसतात पण सर्व विंचू इंगळ्या विषारी असतात. सस्तन प्राणी मूळचे विषारी असत नाहींत. याला अपवाद फक्त ऑस्ट्रेलियांतील डक्मोल नांवाच्या प्राण्याचा आहे. कांहीं मासेहि विषारी असतात. गोगलगाईपैकीं एक जात विषारी आहे. गोम व कोळी विषारी असतात. फक्त सापाचें वीष जीव घेतें. पण इतरांचें भोंवळ येण्यापासून कांहीं वेळ कळा येण्याइतकें त्रासदायक असतें.

प्राण्यांच्या लढाया

सिंह व हत्ती यांची लढाई फार भयंकर असते. एकाचें अजस्र शरीर, सोंड, दांत व ताकद तर दुसऱ्याचें उग्र स्वरूप, चपळाई, नख्या, दांत व शक्ति. अशा या दोन प्राण्यांची लढाई म्हणजे दोन अजस्र शक्तींची धडकच. साप व मुंगूस यांची लढाई तुम्ही रस्त्यावर गारुड्याच्या खेळांत पाहिली असेल. साप मुंगसाच्या अंगाभोंवतीं विळखा घालून आवळून ठार मारण्याचा प्रयत्न करतो, तर मुंगूस आपल्या नख्यांनीं सापाचे डोळे फोडून व दांतांनीं तोंड फोडून टाकण्याचा प्रयत्न करतें. बैलांच्या टकरा तुम्हीं पाहिल्या असतीलच. या सर्वांत मस्ती किंवा वैर हींच कारणें मुख्य असतात. पक्षी हे आपापसांत भांडून चोंचीनें व नख्यांनीं प्रतिपक्ष्याचीं पिसें ओरबडून काढून रक्तबंबाळ करतात. कांहीं प्राणी भिवविण्यासाठीं उग्र स्वरूप धारण करतात; तर साळशिंदें हा प्राणी असा आहे कीं भांडतांना ज्याच्याशीं भांडायचें त्याच्याकडे पाठ करून आपल्या पिसाऱ्यांतून अणकुचीदार पिसें फेंकून तो शत्रूला बेजार करतो. खेकडे आपल्या अणकुचीदार पायांनीं कडकडीत चावा घेतात.

एकाच जातीचे प्राणी बहुधा अन्न किंवा प्रेयसी यासाठीं भांडतात. कोंबडे व कुत्री यांचें अगदीं नेहमीं दिसणारें उदाहरण आहे. कांहीं मासे व समुद्रांतले प्राणी यांना कांहीं मजेशीर लढाऊ साधनें अनुकूल आहेत. मात्र ते प्रत्यक्ष लढण्याकडे त्यांचा उपयोग करण्यापेक्षां लढाईंतून पळून जाण्याकडेच त्यांचा उपयोग करतात. ऑक्टोपस नांवाचा समुद्रां-

तील प्राणी (एक प्रकारचा मासाच) शत्रू अंगावर आला कीं आपल्या अंगांतील काळसर पिंगट शाईसारखा पदार्थ बाहेर फेंकतो. हा पदार्थ झटकन् पाण्यांत पसरतो, त्यामुळें पाणी काळें होऊन जातें व शत्रूला पुढचें कांहींच दिसेनासें होऊन ऑक्टोपसला पळून जातां येतें. ही शाई किंवा पदार्थ सीपिया या नांवानें ओळखतात. चित्रकार सीपिया नांवाचा जो रंग वापरतात तो हाच पदार्थ होय. समुद्रससा व समुद्र-गोगलगाय नांवाचे प्राणी जांभळा द्रव बाहेर टाकून त्याच्या थराआडून पळून जातात. कटल फिश् (व आणखी कांहीं प्राणी) नांवाचा एक मासा आहे. तो निळसर हिरवट द्रव फेंकतो. या द्रवाच्या अंगीं चमक मारण्याची शक्ति असते. त्यामुळें शत्रूचे डोळे दिपून त्यांना पळ काढतां येतो. धनुर्धारी (आर्चर) नांवाचा एक मासा किनाऱ्यावर उगवणाऱ्या वनस्पतींवरील किड्यांना आपल्या तोंडांतून जोरानें पाण्याची चुळकी मारून ठार करतो. व ते खालीं पडले कीं गट्ट करून टाकतो.

प्राण्यांची शरीररचना

विकासवादाप्रमाणें ज्याच्या त्याच्या जरूरीप्रमाणें प्राण्यांची शरीर-रचना बनलेली आहे. सिंहाच्या चपलतेला बारीक कंबर, हत्तीच्या विशाल शरीराला पेलण्यासाठीं असलेले त्याचे खांबासारखे पाय, शेळीला टणटण उड्या मारण्यासाठीं दऱ्याखोऱ्यांतून चढउताराला सोईचे होतील असे टणक व बारीक पाय, मांजर, वाघ, सिंह यांना अगदीं न कळत चालतां येण्यासाठीं असलेले मऊ पण मोटारच्या टायरप्रमाणें असणारे टणक तळवे, वाळवंटांतून हिंडतांना वाळूंत पाय रुतून जाऊं नयेत म्हणून पसरट असलेले उंटाच्या पायाचे तळवे, वेगानें पळतां यावें म्हणून तयार झालेल्या घोड्याच्या टापा (एके काळीं घोड्याला माकडाप्रमाणें पायाला पांच पांच बोटें होतीं. त्यानें घोड्याला गवत वगैरे धरून उपटतां येत असे. पण त्याला पळण्याला त्यांचा उपयोग होईनासा झाला म्हणून विकासक्रमानें त्याच्या पायाचीं पांच बोटें टापेंत शिरून गेलीं. टापेच्या खालीं या बोटाच्या खुणा आजहि पाहायला मिळतात), मऊ जमिनींतून चालतां यावें म्हणून टणक पण दुभागलेले बैलाचे पाय हीं सहज दृष्टोत्पत्तीस येणारीं

उदाहरणें आहेत. नामशेष झालेल्या सस्तन प्राण्यांच्यापैकीं काहींची लांबी १०० फूट व उंची ३५ फूट होती. जिवंत असलेल्या पशूंत जिराफ सर्वांत उंच. म्हणजे १८–१९ फूट उंच असतो. सापांच्या कांहीं जातींची लांबी १२ ते १५ फूटपर्यंत असते.

गाईम्हशीसारखीं जनावरें गवत प्रथम भराभर खाऊन घेतात व नंतर त्यांचे रवथ करीत बसतात. उंटाला वाळवंटांतून प्रवास करायचा असतो अर्थात् त्याला स्वतःसाठीं पाण्याची सोय करणें भाग असल्यामुळें त्याच्या पोटांत पाणी सांठवून ठेवण्यासाठीं पिशव्या केलेल्या असतात. या पिशव्यांत उंट पाणी पितांना बरेंच पाणी सांठवून ठेवतो. नंतर जरी त्याला ८-१०दिवस पाणी मिळालें नाहीं तरी त्याची तक्रार नसते. उंटाची अशीच आणखी एक गंमत आहे. ती अशी कीं त्याच्या अंगीं चरबी सांठविण्याची शक्ति आहे. वेळप्रसंगीं पाण्याप्रमाणें अन्न जरी मिळालें नाहीं तरी तो शरीरांतील चरबीवर दिवस काढतो. गाढव, शेळ्या यांना कांटेरी झुडपें फार आवडतात म्हणून त्यांच्या तोंडांतील जीभ व कातडी कांट्यांच्या टोंचण्यांना न जुमानणारी अशी बनलेली असते. हिंस्र पशूंचे दांत तीक्ष्ण व सुळक्या-सारखे असतात. रवंथ करणाऱ्या किंवा गवत, धान्यें वगैरेवर राहणाऱ्या प्राण्यांचे पुढचे दांत चपटे व धारेचे व दाढा रुंद व पसरट असतात. सर्व चतुष्पादांना आपले कान हालवितां येतात, त्यामुळें ज्या बाजूनें आवाज येत असेल तिकडे कान फिरवून त्यांना लक्षपूर्वक ऐकतां येतें. कांहीं पक्ष्यांचे कान दिसतात कांहींचे दिसत नाहींत. सापाला कान अस-तात (न दिसणारे) असें एक मत आहे. तसेंच त्याला कांहींच ऐकूं येत नाहीं असेंही एक मत आहे. पक्ष्यांची शरीररचना त्यांना उडतांना अडचण होऊं नये अशीच म्हणजे छातीचा भाग मोठा व मागें निमुळता होत गेलेला असा असतो. सरपटणारे प्राणी स्वतःभोंवतीं कोंडाळें करून बस-तात म्हणून त्यांच्या पाठीच्या कण्याला वर्तुलाकार बरगड्या असतात. कांहीं सरपटणाऱ्या प्राण्यांना कणा नसतोच.

सापाला जिभेचा उपयोग स्पर्शज्ञानासाठीं व माशा कीटक पकडण्या-साठीं होतो. बेडूक आपल्या जिभेनें माशा पकडतो. जिभेचा उपयोग

मुख्यतः चव व खाल्लेला पदार्थ घशांत ढकलण्यासाठीं असला तरी पशू जिभेचा उपयोग अंग स्वच्छ करण्याकडे करतात. हत्ती व रानडुक्कर यांचे बाहेर दिसणारे दांत शत्रूवर हल्ला करणें व स्वसंरक्षण करणें यांसाठीं असतात. त्यांचे खाण्याचे दांत निराळे असतात. सरपटणाऱ्या सर्व प्राण्यांचे दांत सामान्यतः एकाच प्रकारचे असतात. पण सस्तन प्राण्यांच्या दांताचे तीन प्रकार आहेत. तीक्ष्ण निमुळते सुळे, चपटे पटाशीसारखी धार असलेले व दाढा हे ते तीन प्रकार होत. पक्ष्यांना दांत मुळींच नसतात. खाल्लेला पदार्थ दाबूनच त्याचा लगदा व्हावा अशी त्यांच्या पोटाची रचना केलेली असते. सरपटणाऱ्या प्राण्यांना व माशांना दांत असतात, पण त्यांचा उपयोग भक्ष्य पकडून घट्ट धरून ठेवणें याकडेच होतो, पशूंच्या दांताप्रमाणें खाद्याचे तुकडे किंवा पीठ करण्याकडे होत नाहीं. मासे व सरपटणारे प्राणी यांचे दांत घशाकडे वळलेले असतात.

पशूंचीं शिंगें हाड ज्या पदार्थांचें बनतें त्यांचींच बनलेलीं असतात. मात्र गेंड्याचें शिंग हें बारीक बारीक केस एकत्र अगदीं घट्ट उगविल्यामुळें बनतें. कांहीं सांबरांचीं शिंगें विशिष्ट ऋतूंत गळून पडतात व पुन्हां चढतात. शिंगें पशूंच्या सौंदर्यांत भर घालतात. शिंगाचे आकार निरनिराळे असतात. कांहीं पशूंचीं शिंगें आंखूड असतात. सांबराच्या शिंगाला अनेक शाखा फुटतात.

प्राण्यांचा मनुष्याला होणारा उपयोग

वाघ, सिंह या हिंस्त्र पशूपासून मनुष्याला जिवाचाच धोका असतो. शिवाय गाई, बैल, म्हैशी, शेळ्या यांसारख्या उपयुक्त पशूंना ते मारून खातात. रानडुक्कर, कोल्हे, लांडगे वगैरे पिकांची नासाडी करतात, सुसर, शार्क, व्हेल वगैरे मासे मनुष्याला पाण्यांत ओढून त्याचा फन्ना उडवितात. पण एकंदरींत बरेचसे पशू आपल्या फार उपयोगाचे आहेत. गाय, म्हैस, बैल यांशिवाय तर आपलें जीवन चालणार नाहीं. घोड्यासारखे उपयुक्त, इमानी जनावर व कुत्र्यासारखा आपला सोबती यांना कसें बरें विसरून चालेल! हत्तीसारखा पशू माणसाळला म्हणजे जंगलांत ओझीं उचलण्यास त्याचा फार उपयोग होतो. दोन तीनशें वर्षांपूर्वीपर्यंत हत्तीचा लढाईत उपयोग

होत असे. पक्षी असंख्य घातकी काटक व जंतूंची व किड्यांची अमर्याद होणारी संख्या खाऊन टाकून मर्यादित करतात. या दृष्टीनें त्यांचाहि आपल्यास फार उपयोग आहे.

देवादिकांचीं वाहनें

देवांनीं आपापल्या जरुरीप्रमाणें व वैभवाप्रमाणें वाहन म्हणून पशू पक्ष्यांची निवड केली आहे. देवाधिदेव विष्णू याचें वाहन गरुड पक्षी आहे. (साधा गरुड पक्षी ताशीं १७० मैल वेगानें उडतो. मग देवाला भक्ताच्या हांकेला धांवून जाण्यासाठीं याच्यापेक्षां वेगवान् पक्षी म्हणजे गरुड पक्ष्या-पेक्षां विकास पावलेला म्हणजे मनुष्यसदृश गरुड पक्षी निवडायलाच हवा. कोणत्याही पक्ष्यापेक्षां किंवा प्राण्यापेक्षां गरुडाचा वेग जास्त आहे.) गुरूनें व देवीनें वाघ घेतला, देवांचा राजा इंद्र यानें ऐरावत (हत्ती), शंकरानें बैल, यमानें रेडा, गणपतीनें उंदीर, सरस्वतीनें मोर, सूर्याचा घोडा, चंद्राचें हरण अशीं निरनिराळीं वाहनें निवडलीं असल्याचें आपल्या पुराणांत लिहिलेलें आहे. नवग्रहांची निरनिराळी वाहनें आहेत.

आपण तर बैल व घोडे यांचा उपयोग वाहनासाठीं सर्रास करतो. एस्किमो लोक रेनडियरचा उपयोग करतात. सारांश आपल्या जलद वाह-तुकीचा प्रश्न हे पशू सोडवीत असतात. आतां आगगाडी, मोटार, सायकल व विमान यांच्या शोधामुळें त्यांचा उपयोग कमी होत असला तरी त्यांचा उपयोग आडवळणाच्या प्रांतांत व शेतीसाठीं सदैव होणारच.

प्राण्यांची बुद्धिमत्ता व स्वभाव

पक्ष्यांच्यापेक्षां पशूंची बुद्धि जास्त प्रमाणांत वाढलेली आहे. कोल्हा हा अति चतुर प्राणी समजला जातो. तर कावळा हा अगदीं मठ्ठ पक्षी मानला जातो. वाघ कावेबाज व घातकी असतो. सिंह हा तर वनराजच. त्याचा स्वभाव वनराजाला शोभण्यासारखाच असतो. सिंह दुसऱ्यानें मारलेलें जनावर सहसा खात नाहीं, त्याची चालण्याची ऐट अगदीं राजाला शोभेशी, त्याला कावा फारसा माहीत नाहीं, अगदीं सरळ वृत्तीचा तो असतो. हत्ती बुद्धीनें फार चतुर असतो, किंबहुना सर्व पशूंत बुद्धिमत्तेंत त्यालाच पहिला मान द्यावा लागेल. मात्र तो चिडखोर व खुनशीहि

आहे. घोडा स्वभावानें अत्यंत उमदा, मालकावर प्रेम करणारा, इमानी व सेवा करणारा आहे. एक घोडेस्वार लढाईत जखमी होऊन पडला तर त्याचा घोडा इतर लोक येऊन मालकाला उचलेपर्यंत त्याच्या शरीरावर राखण करीत होता. ही कथा तुमच्या क्रमिक पुस्तकांतून तुम्हीं बहुधा वाचली असेलच. कुत्र्याला तर मनुष्याचा सोबतीच मानतात. बुद्धिमान प्राण्यांत हत्ती, कुत्रा व घोडा हे प्रमुख आहेत. कुत्र्यासारखें इमानी जनावर नाहीं. मालकाला दारिद्र्य आलें तर त्याचे सर्व सगेसोयरे त्याला सोडून जातील पण कुत्रा जाणार नाहीं. जपानमध्यें एका मनुष्याची व त्याच्या कुत्र्याची टोकियो स्टेशनवर गाडींत चढतांना चुकामुक झाली. तेव्हांपासून १०-१५ वर्षें तो कुत्रा आपला मालक आगगाडीनें परत येईल म्हणून रात्रंदिवस त्या स्टेशनांतच बसून राहिला होता. दुर्दैवानें मालक कधींच परत आला नाहीं. शेवटीं त्या कुत्र्यानें आपल्या धन्याची वाट पाहात स्टेशनवरच प्राण सोडला. रेल्वे अधिकाऱ्यांनीं त्याचा पुतळा स्टेशनवर उभारला आहे म्हणतात. केवढें बरें हें आपल्या मालकावरील प्रेम. गुरुदत्तांनीं कुत्र्यालासुद्धां आपला एक गुरु केलें होतें ही कथा कल्पित असेल कदाचित्, पण त्यांत कितीतरी अर्थ आहे. राखण करणें, वासावरून मनुष्य शोधून काढणें हीं कामें निरनिराळ्या जातीचीं कुत्रीं करीत असतात.

पशु आणि ऐश्वर्यप्रदर्शन

घोडा हें वीरतेचें लक्षण मानतात. हत्ती हें वैभवाचें चिन्ह मानतात. राजे लोक आपलें ऐश्वर्य हत्तीघोड्यांना सजवून व्यक्त करतात. एखादा उमदा सजलेला घोडा तुम्ही पाहा म्हणजे त्याला सुद्धां आपल्या दागदागिन्यांनीं किती ऐट चढलेली असते व तो किती आनंदांत असतो हें तो आपलें प्रत्येक पाऊल म्हणजे जणूं कांहीं नर्तकीचें पाऊलच अशा दिमाखानें टाकतांना दिसेल. सजविलेला व अंबारी घातलेला हत्ती म्हणजे तर मूर्तिमंत ऐश्वर्य, गजांत लक्ष्मीचें प्रतीक तें! राजवाड्याच्या प्रवेशद्वारांत हत्ती झुलत राहणें हें सुचिन्ह होय. अबिसीनियाचा राजा हेले सेलासी हा राजैश्वर्य व्यक्त करण्याकरितां आपल्या राजवाड्याच्या दरवाजाच्या दोन्ही बाजूंस चांदीच्या साखळदंडानें दोन सिंह बांधून ठेवत असे.

पवित्र पशु आणि पक्षी

हिंदूंना गाय ही अत्यंत पवित्र आहे. तिच्या ठिकाणीं तेहेत्तीस कोटी देव आहेत अशी त्यांची समजूत (गाईपासून दूध व शेतीसाठीं बैल मिळतात. हिंदुस्थानच्या वेदकालापासून आजपर्यंत हिंदुस्थान हा शेतीप्रधान देश आहे. म्हणून बैलांची व गाईची फार जरूरी आपल्यास आहे. शिवाय हजारों वर्षें गाईच्या दुधावरच हिंदूंची वाढ झाल्यामुळें तिला कृतज्ञतेनें देवता मानलें, एवढाच त्याचा अर्थ). भारद्वाज पक्षी हाहि हिंदू पवित्र पक्षी मानतात. त्याच्या दर्शनानें शुभ घडतें अशी समजूत आहे.

पक्षी, प्राणी आणि कवि

पावसाच्या पाण्याशिवाय पाणी न पिणारा चातक पक्षी अत्यंत आतुरतेनें पावसाची वाट पाहतो म्हणून आतुरतेनें वाट पाहणाऱ्या व्यक्तीच्या मनाची तळमळ व्यक्त करण्याकरतां चातक पक्ष्याची उपमा कवी नेहमीं देतात. गोड स्वरांचें वर्णन करतांना कोकिळेच्या गोड गळ्याची उपमा, मुग्ध आणि टपोऱ्या डोळ्यांचें वर्णन करतांना हरीण, मंद, अलगद आणि उमदेपणानें पावले टाकणाऱ्या स्त्रीच्या चालीचें वर्णन करतांना हत्ती (त्याची चाल), अल्लड स्वभाव, मधुर शब्द आणि मोहक आकार व्यक्त करतांना बुलबुल पक्षी याची आठवण कवींना व लेखकांना झाल्याशिवाय कधीं राहायची नाहीं. गरीब आणि भित्रा स्वभाव दाखवितांना गाय, उग्र, तेजस्वी व पराक्रमी पुरुषाचें वर्णन करतांना वाघ, चिडलेल्या स्त्रीला नागीण वगैरे स्वभावनिदर्शक व गुणनिदर्शक उपमा देतांना पशूपक्ष्यांचें स्मरण कवी व लेखक यांना प्रथम होतें.

राष्ट्रीय पशू व पक्षी

फुलांप्रमाणेंच त्या त्या राष्ट्रांतील प्रमुख पशूंना राष्ट्रीय पशू म्हणून मानतात. हिंदुस्थानचे वाघ व हत्ती (विशेषतः वाघच,), रशियाचें अस्वल, स्पेनचा बैल, इंग्लंडचा बुलडॉग, हॉलंडची गाय, हंगेरी व अरबस्तानचा घोडा, ऑस्ट्रेलियाचें कॅंगरू असे राष्ट्रीय पशू मानतात. ज्या राष्ट्रांना असें कांहीं वैशिष्टय नसेल तीं राष्ट्रें आपापल्या प्रवृत्तीनुसार एखाद्या पशूची निवड करतात.

पक्ष्यांमध्यें पक्ष्यांचा राजा जो गरुड त्याची निवड राष्ट्रीय पक्षी म्हणून करण्याकडे पुष्कळ राष्ट्रांची प्रवृत्ति आहे. नेपोलियननें आपल्या निशाणावर गरुडाची योजना केली होती. हिटलरच्या निशाणावर गरुड आहे. इटली व इंग्लंड यांच्या निशाणावरहि गरुड आहेच. ऑस्ट्रेलिया हा मान एमू पक्ष्याला देतो. बाकी इतर राष्ट्रांचे राष्ट्रीय पक्षी फारसे प्रख्यात नाहींत. रोमन बादशहा गरुड चिन्हांकित निशाणें वापरीत. आपल्या पुराण, महाभारत वगैरे ग्रंथांतून गरुडध्वजाचे उल्लेख कितीतरी आहेत.

प्रतिजीव निर्मिण्याची शक्ति

प्राणी तीन तऱ्हेनें प्रतिजीव निर्माण करतात. १ अंडीं घालून, २ गर्भधारणेनें व ३ शरीराचे तुकडे पाडून. पक्षी अंडीं घालून प्रतिजीव निर्माण करतात. सस्तन प्राणी गर्भधारणेनें प्रतिजीव निर्माण करतात. सरपटणाऱ्या प्राण्यांत अंडीं घालूनच प्रतिजीव निर्माण होतात (अपवादात्मक इतर प्रकारचीं कांहीं उदाहरणें असतील). जलचर प्राणी अंडीं घालून व आपल्या शरीराचे तुकडे पाडून अशा दोन्ही प्रकारांनीं प्रतिजीव निर्माण करतात. तारामत्स्य व ॲनीमोन यांच्या शरीराचे तुकडे झाले कीं एकेका अवयवाचा एक एक पूर्ण जीव तयार होतो. कांहीं कृमींची उत्पत्तिहि तुकडे पडूनच होते. अंड्यांमध्यें $\frac{1}{10}$ इंचापासून ७·८ इंचांपर्यंत लांबीचीं अंडीं असतात. त्यांचे रंगहि विविध छटांचे व ठिपक्यांचे असतात. कांहीं चुकार पक्षी अंडीं उबविण्याचा त्रास नको म्हणून दुसऱ्याच्या घरट्यांत जाऊन आपलीं अंडीं घालून किंवा ठेवून येतात. बहुतेक सर्व सरपटणारे प्राणी आपलीं अंडीं एखाद्या खबदडींत किंवा माती आणि वाळू उकरून तिच्याखालीं घालतात. सरपटणाऱ्या प्राण्यांचीं अंडीं आकारानें व रंगानें सारखीं असल्यामुळें ओळखून येत नाहींत. पण सरपटणाऱ्या प्राण्यांचीं अंडीं साधारणतः मऊ कवचाचीं असतात व पक्ष्यांचीं कठिण कवचाचीं असतात.अंड्याची पूर्ण वाढ होण्यासाठीं लागणारी ऊब पक्षी स्वतांच्या पंखाखालीं घेऊन पुरवितात. कोंबडीचें अंडें पूर्णपणें तयार होऊन त्यांतून पिलूं बाहेर पडण्याला २१ दिवस लागतात. कोंबड्यापेक्षां मोठ्या असलेल्या पक्ष्याला अंडें उबवायला जास्त दिवस

लागतात. एके वेळीं पक्षी एकच अंडें घालत असतो. पण अंडीं घालण्याच्या कालांत पक्षी ५ पासून ३०–४० अंडीं घालतो. कोंबडीनें अंडें टाकलें कीं ती दुसरीकडे निघून जाते. ती परत येण्यापूर्वीं मालकानें अंडें उचललें असेल तर आपण अंडें घालायचें विसरलों या समजुतीनें ती पुन्हां अंडें घालते. सस्तन प्राण्यांत एकापासून पांच सातपर्यंत एका वेळीं पिलें होतात. गर्भाची वाढ निरनिराळ्या पशूंच्या पोटांत कमीअधिक दिवसांत पुरी होते. पिलूं जन्मल्यानंतर बहुतेक ८–१० दिवसांत इकडे तिकडे हिंडूं फिरूं लागतें. कांहीं जातींच्या पशूंच्या पिलांची जन्मल्याबरोबर अगदीं स्वतंत्रपणें हालचाल सुरूं होते. एवढेंच नव्हे तर दोन वर्षांच्या आंत त्यांना पिलेंहि होऊं लागतात. कांहीं पक्षी व पशू हे तर २–४ महिन्याच्या अवधींतच पिलें निर्माण करूं शकतात. प्राण्याचा आकार जितका मोठा तितका जास्त काळ पिलूं अंड्यांत किंवा पोटांत असतें. हत्तीच्या गर्भाची वाढ दीड वर्षांनीं होते. मोठे प्राणी बहुधा एके वेळीं एकच पिलूं प्रसवतात.

शरीराचें पुनरुज्जीवन

खेकडा म्हातारा होऊं लागला कीं आपलें पहिलें कवच टाकून तरुण होतो. साप कात टाकून त्याबरोबरच म्हातारपण सोडतात. कांहीं प्राणी तुटलेला एखादा शरीराचा भाग आपोआप पूर्णपणें तोडून टाकतात. नंतर त्या ठिकाणीं नवीन अवयव निर्माण होतो. खार किंवा पाल आपल्या मागें कोणी लागलें आहे असें वाटतांच आपली शेपटी तोडून टाकते. ही शेपटी तुटली असली तरी बराच वेळ वळवळते. त्यामुळें पालीकडचें लक्ष कमी होऊन तिला पळून जातां येतें अशा सरपटणाऱ्या प्राण्यांचे अवयव तुटून पडले तरी ते बराच वेळ वळवळत असतात.

उलटीसुलटी हालचाल

गोगलगाय पुढें जाते तशीच मागें तोंड न वळवितां मागें मागें चालूं शकते. गांडुळाचा प्रकार थोडाबहुत असाच असतो. पशू फारसें मागें मागें जाऊं शकत नाहींत. मात्र मांजर, अस्वल वगैरे पशू झाडावर चढूं शकतात. पाय नसलेले प्राणी पोटावर सरपटत जातात. पशूपक्ष्यांना कमींत

कमी दोन पाय असतातच. पण गोम, सुरवंट यांना कितीतरी पाय असतात. पशू बहुतेक पुढचा उजवा पाय, मग पुढचा डावा पाय, नंतर मागचा डावा पाय व शेवटीं मागचा उजवा पाय अशा वर्तुलाकार पद्धतीनें (किंवा वरच्या उलट म्हणजे मागचा उजवा मग मागचा डावा या पद्धतीनें) पाय टाकीत चालतात. उडी घेण्याचे वेळीं अर्थात् दोन दोन पाय एकदम उचलले जातात.

पशुपक्ष्यांचें वय

कांहीं पशुपक्ष्यांचें पुढीलप्रमाणें वय (वर्षें) असतें. सिंह ५०, वाघ १५ ते २०, उंट ३५, घोडा १५ ते ३५, हत्ती ४० ते ४८, रेनडियर ८ ते १५, कुत्रा १० ते १५, शेळी १२ ते १५, कोल्हा १० ते १५, उंदीर ३ ते ४, मांजर १० ते १५, साप १०, पोपट २० ते ५०, कबूतर १५ ते ३०, गरुड ३०, हंस २० ते ५०, माकडें २० ते ५० इत्यादि.

सजातीय पशूंतील नवीन जाती

सधर्मी व एकजातीय प्राण्यांत अनेक उपजाती असतात. शिवाय दोन निरनिराळ्या जातींच्या प्राण्यांपासून तिसरी सधर्मी जात निर्माण करतां येते. रेससाठीं उपयोगांत येणाऱ्या घोड्यांची जात अगदीं अलीकडे निर्माण केलेली आहे. शिकारी कुत्र्याप्रमाणें निमुळतें तोंड हें त्याचें चटकन् लक्षांत येणारें लक्षण आहे. कुत्रा व लांडगा यापासून निर्माण झालेला कुत्रा लांडग्याचा क्रूरपणाचा, रंगाचा व कान वगैरे शारीरिक ठेवणीचा असतो. अशा नवीन जाती मात्र काळजीपूर्वक टिकवाव्या लागतात; नाहीं तर त्या नाहींशा होतात.

प्राण्यांचा लिंगबदल

आपण क्वचित् गोदीचा गोंद्या म्हणजे स्त्रीचा पुरुष झालेला ऐकतों. पण ही गोष्ट खालच्या दर्जाच्या प्राण्यांत बऱ्याच प्राण्यांत नेहमीं घडते. ऑयूस्टरच्या (गोगलगाईच्या वर्गांतील एक प्राणी) आयुष्याच्या सुरवातीस तो प्राणी नर असतो, पण नंतर दरवर्षी एकदां मादी पुन्हां पुढच्या वर्षी नर अशा रीतीनें त्याचा सर्व जन्मभर कार्यक्रम चालतो. तलवारीसारख्या शेंपट्या असलेले मासे मेक्सिकोच्या समुद्रांत आहेत. हे मासे स्त्रीमासे होऊन अंडीं घालतात व त्यांतील स्त्रीमाशांची संख्या जास्त झाली कीं भराभर पुरुषमासे बनतात!

प्राणी झोंप कशी घेतात ?

गाई, म्हशी ह्यांसारखे प्राणी सवडीप्रमाणें डुलक्या घेतात, मग ते प्राणी बसलेले असोत वा नसोत. हत्ती उभ्याउभ्याच चार तास झोंप घेतो, पण तो झोंपलेला कळणार नाहीं. कारण मान हालविणें, पाय उचलणें, कान हालविणें या त्याच्या क्रिया झोंपेंतहि चालूंच असतात. घोडाहि उभ्या-उभ्याच डुलक्या घेऊन झोप घेतो. व्हेल मासा तर म्हणे झोंपेंतच पाण्यांतून तासचे तास वेगानें पोहत जातो. मासे रात्रीं झोंपतात त्यावेळीं पाण्याच्यां प्रवाहाबरोबर इकडे तिकडे वाहात जातात, पण सकाळचा प्रकाश पडला कीं पुन्हां थव्याथव्यांनीं हिंडतात. ज्या प्राण्यांचा मेंदू ज्या प्रमाणांत मोठा असेल त्या मानानें त्यांच्या मेंदूंत पाहिलेल्या दृश्या-संबंधीं सतत विचार चालू असतात व त्यामुळें स्वप्नें पडतात.

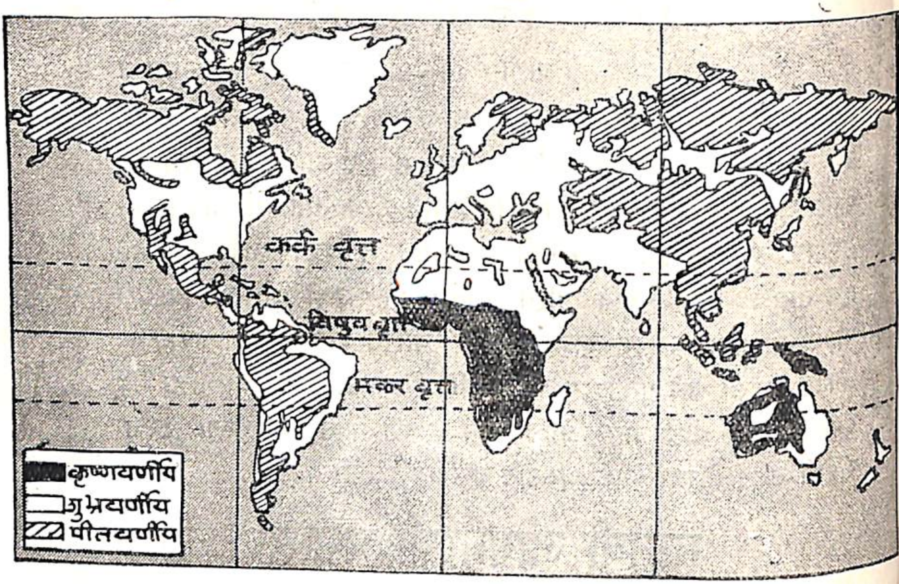
मानवी जीवनाची प्रभात

मनुष्य कसा जन्माला आला हें मागें सांगितलें आहेच. आतां त्यानें मनुष्यत्व निर्माण झाल्यापासून आतांपर्यंत जी प्रगति केली आहे तिच्यासंबंधींची थोडीशी माहिती घ्यायची आहे.

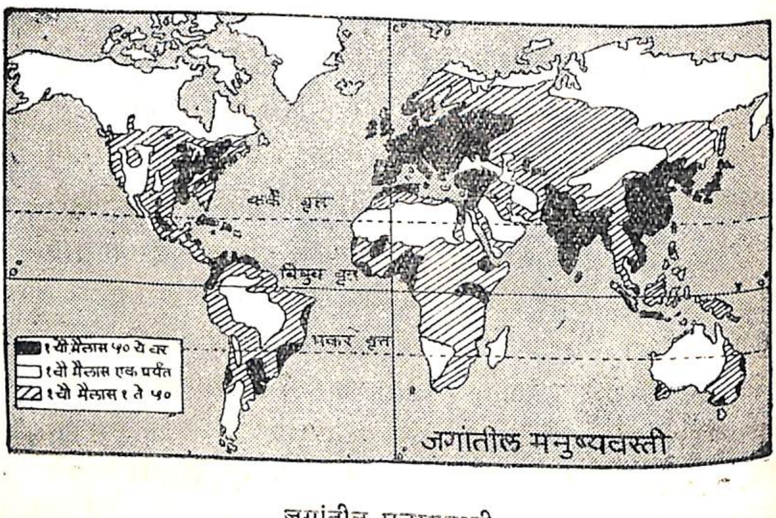
मानववंश

आतां सर्व शास्त्रज्ञांनीं हें मान्य केलें आहे कीं पूर्वींच्या समजुती-प्रमाणें निरनिराळ्या मानवसंघांतून सध्यांच्या निरनिराळ्या मनुष्यजाती निर्माण झाल्या नसून त्या एकाच मानवसंघांतून झाल्या आहेत. मात्र त्याचे पांच विभाग किंवा वंश झाले असून ते पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत.

१ **इंडो-युरोपियन वंश**—यांत श्वेतवर्णी युरोपियन, इराणी, हिंदू अरब, अफगाण व उत्तर इजिप्तमधील लोक येतात. २ **मंगोली वंश**—पीतवर्णी. यांत चिनी, जपानी, सयामी, ब्रह्मी, कोरियन, तिबेटी, तार्तर, फिन्स व कांहीं रशियन्स येतात. ३ **नीग्रो वंश**—आफ्रिकेंतील मूळचे लोक. ४ **मलायी वंश**—बदामी वर्णाचे. मलायांतील व ऑस्ट्रेलियांतील मूळचे लोक. ५ **अमेरिकन**—रक्तवर्णाचे. अमेरिकेंतील मूळचे लोक म्हणजे रेड इंडियन लोक.



पृथ्वीवरील निरनिराळ्या लोकांचीं वसतिस्थानें.



जगांतील मनुष्यवस्ती

संघांसंघांनीं पृथ्वीवरील निरनिराळे भाग त्यांनीं व्यापले व वसाहती स्थापण्यास सुरवात केली. सर्वसाधारणतः नैसर्गिक संरक्षण, मुबलक पाणी व सुपीक प्रदेश वसाहतीस चांगले असतात. अशा ठिकाणीं वसाहती वाढतात व लोकसंख्या याच प्रदेशांत जोरानें वाढते. सोबतच्या दोन नकाशांवरून जगांत कमीअधिक प्रमाणांत मनुष्यवस्ती कशी विखुरलेली आहे व कोणत्या वर्णाचे लोक कोणत्या प्रदेशांत आहेत हें चटकन् लक्षांत येईल.

मनुष्य ही काय चीज आहे ?

मनुष्य हा एक प्राणीच आहे, पण इतर प्राण्यांच्यापेक्षां त्याच्यांत कांहींतरी अधिक आहे, हें न सांगतांच प्राणीसृष्टीसंबंधीं आतांपर्यंत जें सांगितलें त्यावरून लक्षांत आलेंच असेल. जें त्याच्यांत "कांहींतरी अधिक आहे", तें खरोखर काय आहे बरें ? त्याला इतरांच्यापेक्षां बुद्धि जास्त आहे, संघटित समाज करून राहण्याचा त्याचा स्वभाव आहे वगैरे गोष्टी इतर पशूपक्ष्यांपेक्षां जास्त मोलाच्या नसल्या तरी त्याच्यापाशीं काय आहे, हें पाहात बसण्यापेक्षां त्याच्यापाशीं जें आहे त्याचा तो उपयोग कसा करून घेतो हें पाहिलें तर त्याच्यांतलें जें कांहीं अधिक आहे तें समजून येईल. हेन्री जॉर्जनें त्याला एका वृक्षाची उपमा दिलेली आहे. मात्र या वृक्षाचीं मुळें या पृथ्वींत आहेत, तर या वृक्षावरील फुलें मात्र स्वर्गांत उमलतात असें तो म्हणतो. सारांश उच्च प्रकारचें जीवन व्यतित करण्याची त्याची आकांक्षा असते, हाच याचा अर्थ. मात्र कांहीं माणसें परागतिक असतात. कांहीं स्थितिनिष्ठ व कांहीं पुरोगामी असतात, आणि म्हणूनच त्यांच्या बऱ्यावाईट कृत्यांवरून त्यांची किंमत ठरत असते, त्यांच्या शब्दांवरून नव्हे. आजपर्यंतचा मनुष्याचा इतिहास पाहिला, त्याच्या अंगीं असलेल्या गुणावगुणांचें, त्याच्या गगनभेदी आकांक्षांचें, सर्व सुष्ट दुष्ट कृत्यांचें परिशीलन केलें तर त्याच्या सत्कृत्यांचेंच पारडें जड झालेलें दिसेल. इंग्लंडचा विश्वविख्यात कवि शेक्सपियर यानें त्याच्यासंबंधीं पुढील अर्थाचे उद्गार काढले आहेत. तो म्हणतो–मनुष्य ही केवढी चमत्कृतिपूर्ण चीज आहे ! बुद्धिनें किती उदार ! शक्तिसंपन्न ! त्याचें शरीरसौष्ठव किती रेखीव नी

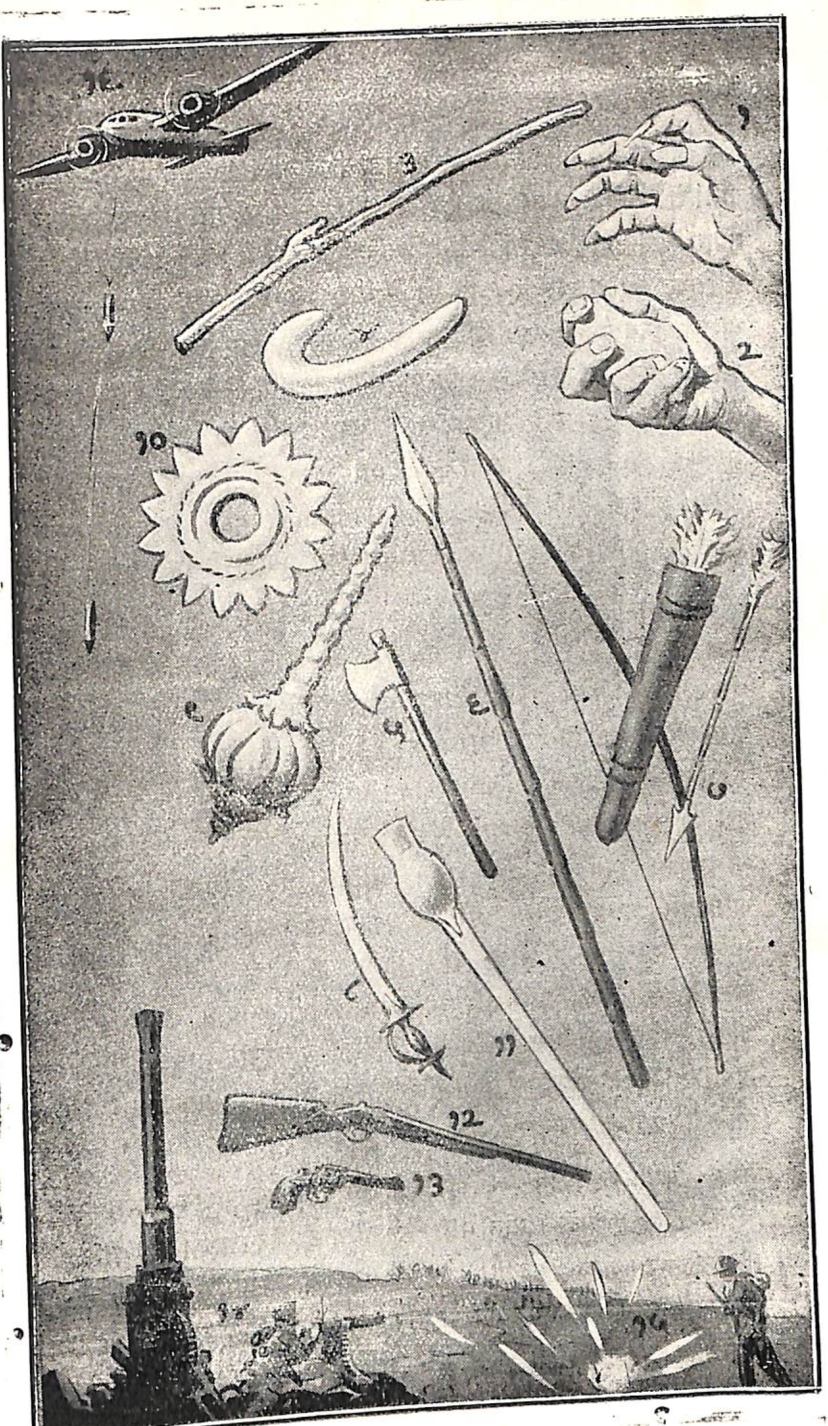
हालचाल किती व्यक्तिदर्शक आणि रमणीय ! कृतींत जणूं देवदूतच ! आणि समज तर देवाचीच ! तत्त्ववेत्ता इमर्सन तर 'मनुष्य म्हणजे, शापित देवदूतच आहे,' असें म्हणतो.

मनुष्य प्रगतीची वाट चालूं लागला

आरंभीं मनुष्य म्हणजे इतरापेक्षां थोडी जास्त अक्कल असलेला एक रानटी प्राणि होता. निसर्गानें त्याला शारीरिक दृष्ट्या कमकुवत बनविलें होतें. वाघसिंहासारखी त्याला प्रचंड शक्ति नव्हती, कीं त्यांच्यापासून संरक्षण करण्यासाठीं प्रचंड शरीर नव्हतें, कीं त्यांना ओरबाडून जखम करण्याइतकी हातांच्या बोटांचीं नखें तीक्ष्ण नव्हतीं. कुठलेंहि अडदांड जनावर आलें कीं पळून जाण्याशिवाय त्याला गत्यंतर नव्हतें. पण त्याला हेंहि कळून चुकलें, कीं नेहमीं पळून जाणेंसुद्धां शक्य नाहीं. तेव्हां प्रतिकाराचीं साधनें तो शोधूं लागला. निसर्गानें त्याच्या जन्मापूर्वीं कांहीं शस्त्रें तयार केलींच होतीं. दगड हें त्याचें पहिलें शस्त्र ! वाटोळ्या दगडापेक्षां अणकुचीदार दगडानें तीव्र स्वरूपाचा प्रहार करतां येतो असें दिसून येतांच, जास्तींत जास्त कठीण व अणकुचीदार दगड (गार) गोळा करून तो ठेवूं लागला व शत्रू आला कीं नुसत्या दगडाच्या मारानें तो पिटाळून लावण्यांत व कांहींना ठार मारण्यांत त्याला यश मिळालें. अर्थात् वाटेल तसा दगडाचा नेम धरून तो मारला तर दगड फुकट जात नाहीं हें पाहतांच त्यानें नेमबाजीचें शिक्षण घेतलें. काठीच्या शेवटीं अणकुचीदार दगड बांधून त्यानें त्याची कुऱ्हाड बनविली. म्हणजे दगड, साधी काठी, दगडी कुऱ्हाड अशीं तीन हत्यारें त्यानें बनविलीं. धनुष्यबाणाची कल्पना सुचतांच झाडाच्या चिवट फांदीचें धनुष्य करून व काठीच्या पुढें अणकुचीदार दगड बांधून बाण बनविला. हिंडतां हिंडतां त्याला लोखंड सांपडलें व तें दगडसुद्धां

मनुष्याची शस्त्रांतील प्रगती (पृष्ठ २४७ पहा.)

१ हाताच्या बोटांचीं नखें, २ दगड, ३ काठी, ४ बूमरँग, ५ कुऱ्हाड, ६ भाला, ७ धनुष्यबाण, ८ तलवार, ९ गदा, १० चक्र, ११ पट्टा, १२ बंदूक, १३ पिस्तुल, १४ तोफ, १५ बॉम्ब, १६ बॉम्ब-फेकी विमान.

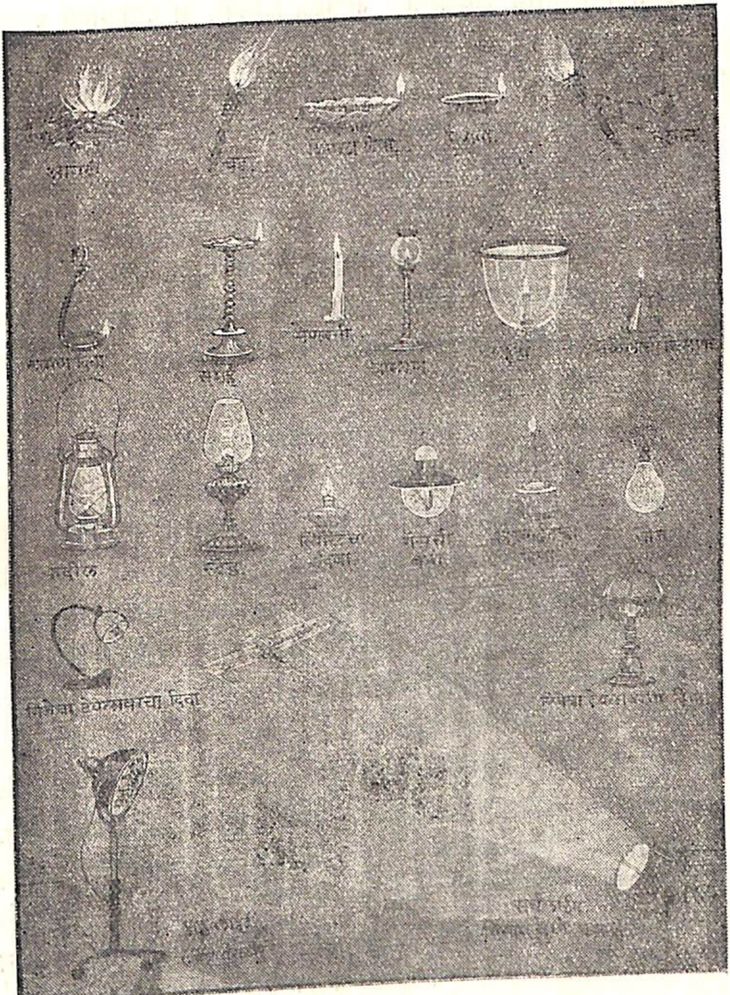

10
2
12
13

फोडूं शकतें असें पाहतांच त्यानें लोखंडाचीं हत्यारें बनविलीं. जनावरांच्या हाडांचीं शस्त्रेंहि त्यानें केलीं, हाडांच्या सुया व मासे धरण्याचे काटे तयार केले; आणि या सर्वांपेक्षां लोखंड, तांबें वगैरे धातू जास्त टिकाऊ व चिवट आहेत असें पाहतांच तो सर्रास धातूंचीं शस्त्रें बनवूं लागला. सारांश, निसर्गानें त्याला कमकुवत केलें म्हणून त्यानें शस्त्रसंपन्न होऊन आपला कमकुवतपणा टाकून निसर्गावर विजय मिळविला ! वाघसिंहाची शिकार करणें हा एक आतां त्याला खेळ झाला आहे. आज तर या शास्त्रांत त्यानें केवढी प्रगति केली आहे हें चालू युद्ध तुम्हांला रोजच सांगतें. सोबत असलेली मानवाची शस्त्रसंपत्ती अगदीं अल्प प्रमाणांत दाखविली आहे, ती पाहा, म्हणजे मनुष्याच्या प्रयत्नाची धन्य वाटेल.

आरंभीं तो कडेकपारींत, गुहेंत राहात असे. पण लहानसहान पक्षीसुद्धां आपलीं घरटीं बांधतात हें पाहून त्यानेंसुद्धां आपल्या घराची ओबडधोबड बांधणी केली. तीसुद्धां प्रथम पक्ष्याप्रमाणें झाडावरच. आणि नंतर क्रमाक्रमानें त्यानें घरांत सुधारणा करत करत आज १०२ मजल्यांचीं व १२४६ फूट उंचीचीं घरें बांधण्यापर्यंत प्रगति केली आहे. कोंबड्याचा तुरा, मोराचा पिसारा हे त्याचे नैसर्गिक अलंकार पाहून त्यालाहि दागिने घालण्याची हौस निर्माण झाली. साध्या मातीचे मणी, गारेसारखे चमकणारे दगड, हाडकें वगैरेंचे त्याचे त्या वेळचे दागिने होते असें सांगितलें तर तुम्हांला त्यांच्या या दागिन्यांच्या सोसाचें हंसूं येईल. पण चांदीचे वाळे नाहीं मिळाले तर हरकत नाहीं निदान कथलाचे वाळे घालून दागिन्यांची हौस फेडणाऱ्या स्त्रिया आजसुद्धां वावरत असतांना दिसतील ! मग ज्यावेळीं मानवाला सोनें, रुपें, मोतीं, हिरे सांपडलेच नव्हते त्यावेळीं त्यानें वरच्याप्रमाणें हौस भागवून घेतली तर त्यांत नवल काय ?

निसर्गानें निर्मिलेली वनस्पती, कंद, फळें खाऊन मासे, ससे, हरीण, कबूतर इत्यादींचें मांस भक्षण करून त्याला कंटाळा आला. रुचीसाठीं मीठ, तिखट, आंबट पदार्थ शोधून त्यांचा त्यानें उपयोग केला व रुचिवैचित्र्य निर्माण केलें; म्हणजेच स्वयंपाकशास्त्र तो बनवूं लागला. कच्च्या पदार्थांपेक्षां भाजून किंवा शिजवून पदार्थ रुचकर लागतात व पचायला

सोपे जातात असें वाटतांच त्यानें अन्न शिजवून खाण्यास सर्रास सुरवात केली. साध्या चुडीपासून मैल दीड मैल लांबीवरील लक्ष्य वेध करणारे प्रखर दिवे त्यानें तयार केले आहेत!



कृत्रिम प्रकाश तयार करून निसर्गावर माणसानें मिळविलेल्या विजयाचीं चिन्हें.

पशूंचीं कातडीं, वृक्षवेलींचीं चिवट व मोठीं पानें आणि पातळ साली यांचाहि त्यानें वस्त्रासाठीं उपयोग केला असावा. आपल्या भावना विचार व्यक्त करण्यासाठीं त्यानें निर्मिलेली भाषा व ती भाषा लिहून काढण्यासाठीं शोधून काढलेल्या खुणा म्हणजे लिपी, या दोन गोष्टी हें तर मनुष्याचें वैशिष्ट्य आहे. सारांश, आहार, निद्रा (विश्रांति व संरक्षण) भय व व्यवहार यांची सोय त्यानें लावतांच याच गोष्टींतून कटकटी निर्माण होऊं लागल्या. खाण्याचे पदार्थ मिळविण्यासाठीं त्यानें शेतीला सुरवात करतांच जमिनीसाठीं भांडणें होऊं लागलीं; पुष्ट गाई व इतर जनावरांच्या पोटासाठीं चोऱ्या होऊं लागल्या, आणि आपसांतील यादवीमुळें संघ फुटून जाऊं लागले "बळी तो कान पिळी" या न्यायानें एकानें पिकवावें, दुसऱ्यानें लुटावें व उपभोगावें असला प्रकार होऊं लागला. स्त्रिया जबरीनें पळवून नेऊन वैर वाढत चाललें. यासाठीं समाज आणि संघटना निर्माण करणें अवश्य झालें. आपल्यांतील पराक्रमी, धोरणी व वडील मनुष्याला निवडून त्याला त्यांनीं आपला पुढारी नेमून त्याच्या आज्ञेंत सर्व वागूं लागले. आपलीं भांडणें त्याच्यापुढें मांडलीं जाऊन त्याचा निर्णय सर्व मानूं लागले; व अशा रीतीनें जमाती जमातींनीं आपआपलीं खेडीं वसवून आपापल्या गरजांपुरती भूमि आपल्या मालकीची केली, म्हणजेच राज्यस्थापना होऊं लागली. अरेराव व मूर्ख पुढाऱ्याला ते काढून टाकीत व दुसऱ्याला नेमीत किंवा वंशपरंपरेनें त्याचें पुढारीपण मान्य करीत. अर्थात् अशा पुढाऱ्याला सेनापती, प्रधान वगैरे सहकारी अधिकारी असत. सारांश असे हे भटकते समाज अनुकूल भूमींत स्थायिक होऊन राहूं लागले व कालौघानुसार त्यांच्यांत प्रगति होत चालली. शेजारच्या राज्याशीं संबंध येऊं लागले तशी व्यापार व विचारवृद्धि झाली. तशींच राज्यापायीं किंवा अधि- राज्यासाठीं युद्धें होऊं लागलीं. त्यामुळें शस्त्रकौशल्य, युद्धसाहित्य निर्माण होऊं लागलें, युद्धोपयोगी वाटतील ते पशू माणसाळवून मनुष्यानें त्यांना आपले दास बनविले. सारांश, मनुष्याच्या इतिहासाला सुरवात झाली. विद्याभिरुचि, सौन्दर्योपासना, बलोपासना वाढूं लागली व आपा- पल्या समाजांतील लोकांच्या ऐहिक व पारलौकिक सुखासाठीं तत्त्वज्ञान तयार होऊं लागलें. व्यक्ती, समाज, राजा, प्रजा यांचे संबंध निश्चितपणें

ठरूं लागले; धर्माची शिकवण मिळून मानवी कर्तव्याची जाणीव मिळूं लागली. सारांश, मनुष्य रानटी अवस्थेंतून निघून देवांच्या व स्वर्गाच्या कल्पना बोलूं लागला व आपल्या हिंदू तत्त्वज्ञानाप्रमाणें तर " मी प्रयत्नानें नराचा नारायण " होईन, देवत्व मिळवीन या आकांक्षेनें मनुष्याचें मन भारून गेलें.

राष्ट्रांराष्ट्रांतील निरनिराळ्या परिस्थितींत व तत्त्वज्ञानांत वाढल्यामुळें मनुष्यानें मनुष्याचें जसें हित केलें तसेंच त्यानेंच त्याचें अनहितहि चाल-विलें. चालू युद्ध हें मनुष्याच्या स्वार्थी व पाशवी विकारांचें प्रतीकच आहे. कुणाला ठाऊक या होमकुंडांतून एखादें दिव्य तेज निर्माण होऊन तें हिंदूंच्या आकांक्षेप्रमाणें नराचा नारायण करीलहि! विकासवादीसुद्धां मनुष्याचा परिस्थितीशीं झगडा प्रत्यहीं चालू असून तो 'नरश्रेष्ठ' (Superman) बनेल अशी विकासवादाच्या मागच्या इतिहासावरून आशा करतात.

विश्वामित्राची कथा

ही आशा कांहीं खोटी ठरणार नाहीं. त्याला प्रतिदेव बनावयाचें आहे. आपल्या पुराणांतील उग्रप्रकृति विश्वामित्राची कथा तुम्हांला माहीत आहे ना? त्यानें त्रिशंकू राजाला सदेह स्वर्गांत पाठविलें, पण सृष्टिनियम मोडतात म्हणून देवांनीं त्याला खालीं ढकललें, हें पाहतांच विश्वामित्रानें आपल्या तपश्चर्येच्या बलावर त्याला पुन्हां स्वर्गांत पोंचविण्याचा प्रयत्न केला. विश्वामित्राच्या उग्र व तेजस्वी तपश्चर्येला ही गोष्ट अशक्य नाहीं हें पाहून देवहि घाबरून गेले. देवांचा दिमाख उतरविण्यासाठीं त्यानें प्रतिसृष्टि निर्माण करण्यास सुरवात केली आणि देवांनीं निर्मिलेल्या सृष्टींत नव्हतें तें निर्माण करण्याचा सपाटा चालविला! देवांनीं विश्वामित्राच्या या प्रयत्नानें घाबरून जाऊन स्वर्गाची प्रतिष्ठा कमी होऊं नये म्हणून विश्वामित्राच्या तपश्चर्येची व शक्तीची स्तुती करून त्याचें मन वळविलें व तडजोड म्हणून त्रिशंकूला विश्वाच्या या वैभवसंपन्न प्रांगणांत तेजसंपन्न ताऱ्याचें सिंहासन अर्पण करून त्याला आणि विश्वामित्राला अमर केलें.

मला तर या कथेंत फार मोठा अर्थ दिसतो. विश्वामित्र म्हणजे मनुष्याच्या गुणावगुणांचा मूर्तिमंत पुतळा वाटतो. मला त्याची प्रतिसृष्टि

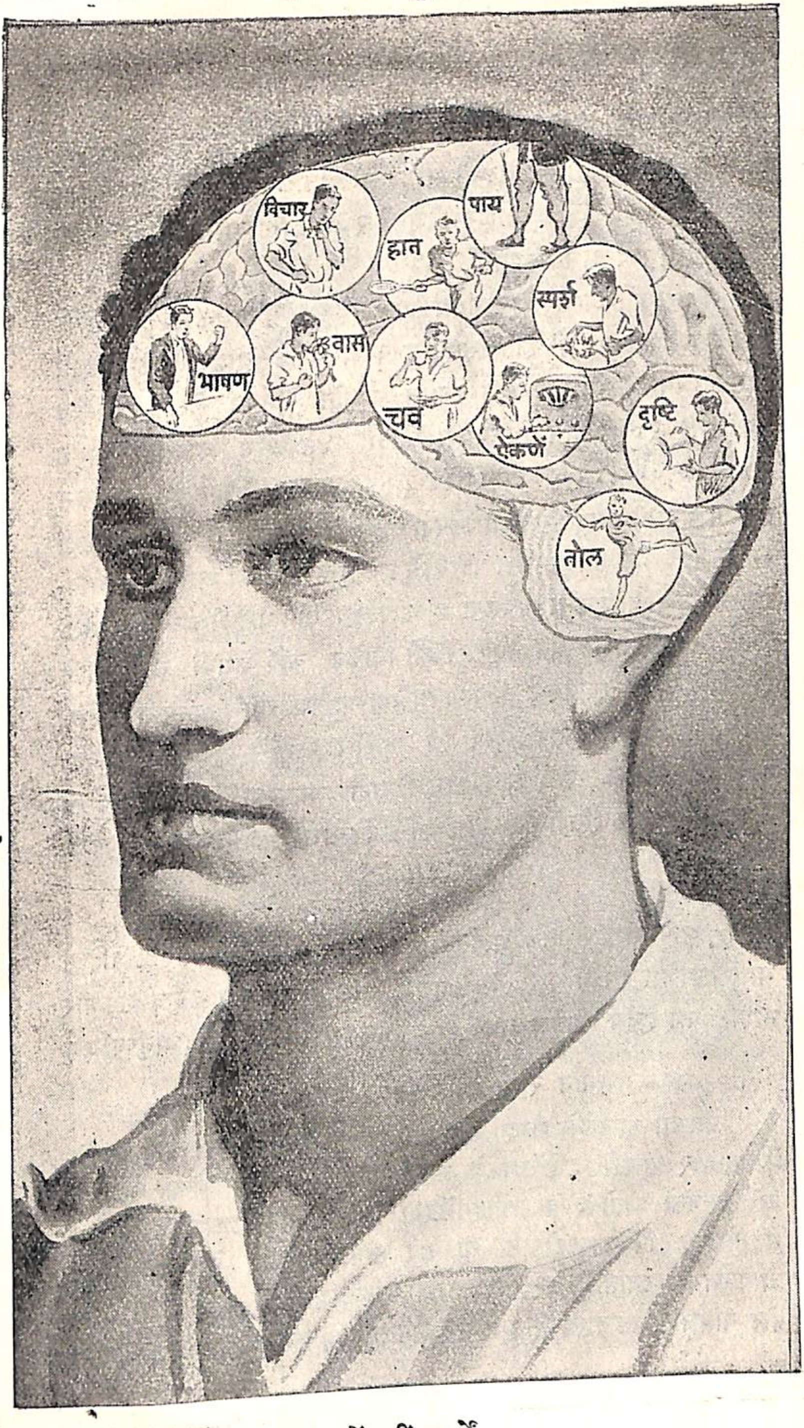
निर्माण करण्याची शक्ति म्हणजे मनुष्याच्या बुद्धीचें आणि प्रयत्नाचें प्रतीक वाटतें. प्रेम, बुद्धि आणि दया या त्रयीच्या जोरावर त्रिशंकूच्या रूपानें सदेह स्वर्गसुख मिळविण्याची त्याची आकांक्षा आहे, म्हणजे मृत्यूनंतर स्वर्गांत जाण्याची आशा करण्यापेक्षां 'याचि देहीं याचि डोळां' स्वर्गसुख उपभोगण्याची व पाहण्याची त्याची मनीषा आहे; आणि पुन्हां विश्वामित्र-रूपी मनुष्यानें आपला कोपिष्ट व मत्सरी स्वभाव सोडला तर खरोखरी त्याची आकांक्षा तृप्त होण्याच्या आड कोणतीहि शक्ति येणार नाहीं.

आपला मेंदू

आपल्या मेंदूचे एकूण तीन भाग आहेत. दिसतांना अगदीं निरनिराळे दिसतात व त्या प्रत्येक भागाचें कार्यहि अगदीं निरनिराळें आहे. सर्वांत मोठा असलेला भाग डोक्याच्या वरच्या व पुढच्या भागांत आहे. याला **महामस्तिष्क** (Cerebrum) म्हणतात. डोक्याच्या खालच्या व मागच्या भागांत असलेल्या मेंदूच्या भागास **लघुमस्तिष्क** (Cerebellum) म्हणतात व डोक्याच्या मागच्या सर्वांत खालच्या वेणीस्थानाजवळील मेंदूच्या भागास **अस्थिमज्जा** (Medulla) म्हणतात. या भागांतच पृष्ठवंशरज्जूचें वरचें टोंक असतें.

महामस्तिष्काचें स्थान हें "मनाचें स्थान" म्हणतात. व त्याचें कार्य विचार करणें, निरनिराळ्या स्नायूंना चेतना देणें, प्रसंगावधान राखणें इत्यादि आहेत. लघुमस्तिष्क (किंवा धाकटा मेंदू) स्नायूंच्या हालचालींवर नियंत्रण ठेवण्याचें काम करतो. प्रेरकशक्ति त्याच्या ठिकाणीं नाहीं. अस्थिमज्जेला आपल्या जीवितासंबंधींची फार महत्त्वाचीं कार्यें करायचीं असतात. फुप्फुसाच्या क्रिया, श्वासोश्वास, गिळणें, पिणें, तोल संभाळणें, पाहणें, रक्तगोलक मोठे करणें व आकसणें हीं कार्यें हीं अस्थिमज्जा करते.

सर्व प्राण्यांत माणसाचा मेंदू त्याच्या आकाराच्या मानानें मोठा व वजनानें जड असतो. साधारणतः पुरुषाच्या मेंदूचें वजन ४९$\frac{1}{2}$ औंस व स्त्रीच्या मेंदूचें वजन ४४ औंस असतें. लहान मुलाचा मेंदू मोठ्या माणसाच्या $\frac{1}{4}$ असतो. पहिल्या तीन वर्षांत मुलाच्या मेंदूची वाढ सपाट्यानें होते, व पुढें ही वाढ पूर्वीपेक्षां फार हळू प्रमाणांत होत जाऊन



मेंदूचीं कार्यें

वयाच्या विसाव्या वर्षी मेंदूची वाढ पूर्ण होते. यानंतर साधारणतः दर-वर्षी १ ग्रॅम या प्रमाणांत मेंदूची झीज सुरू होते. वर मेंदूचें सामान्यपणें असलेलें जें वजन दिलेलें आहे त्यापेक्षां ३२ ग्रॅमनीं ज्याची वाढ कमी पडेल तो मनुष्य अर्धवट बनतो.

शरीराचें आरोग्य व बांधा यावरहि मेंदूचें वजन व कार्यशक्ति अवलंबून असते. जी इतिहासप्रसिद्ध व अलौकिक बुद्धिमत्तेची मंडळी असतात त्यांच्या मेंदूचें वजन जास्त असतें. रशियन लेखक टर्जिनेव्ह याचा मेंदू २००० ग्रॅम वजनाचा होता. ४८ औंस वजनाच्या मेंदूत १४,०००,०००,००० मज्जातंतूपिंड (Nerve-cells) असतात. यावरून त्याच्या कमालीच्या गुंतागुंतीची कल्पना येईल. मेंदूचें द्रव्य पांढऱ्या व करड्या रंगाचें बनलेलें असतें. करड्या पदार्थांचें द्रव्ययुक्त आवरण असतें. या आवरणाला मेंदूची बाह्यत्वचा म्हणतात. ही बाह्यत्वचा तीन थरांची बनलेली असते.

सोबतच्या चित्रांत मेंदूला किती विविध कार्यें करावीं लागतात हें दाखविलें आहे. त्यावरून आपल्याला त्याच्या महत्त्वाची कल्पना येईल. मेंदूचें मुख्य कार्य विचार करणें, पण कांहीं शास्त्रज्ञांचें म्हणणें असें आहे, कीं मेंदू विचार करण्याचें कार्य करतच नाहीं. आपल्या शरीराशीं संबंध नसलेली अशी कांहींतरी निराळीच शक्ति विचाराचें कार्य करते.

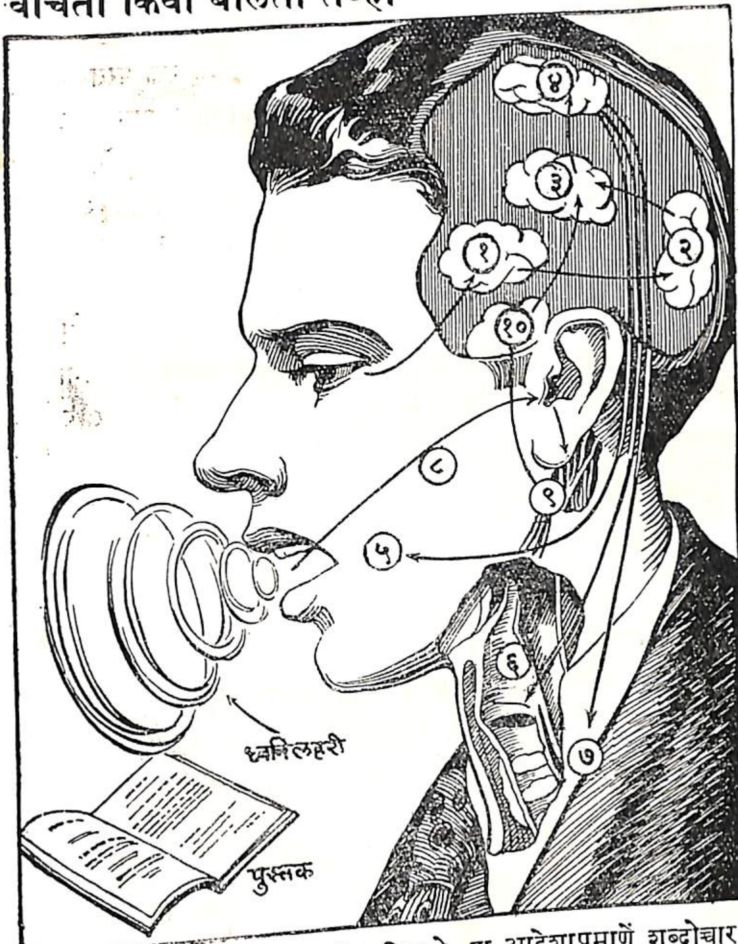
पंचेंद्रियें

आपल्या शरीरांतले अत्यंत महत्त्वाचे असे दोन भाग आहेत. पहिला भाग म्हणजे हृदय व दुसरा मेंदू. हृदय नसेल तर मनुष्य जगूंच शकणार नाहीं. पण हृदय असेल आणि मेंदू नसला तर? तरीहि मनुष्य जगूं

पान २५५ वरील चित्राचा खुलासा—

प्रथम वाचलेले शब्द डोळ्यांतील मज्जातंतू १ ह्या कनिष्ठ दृष्टि-केंद्रांतून २ या वरिष्ठ दृष्टिकेंद्राकडे जातात. या ठिकाणीं वाचलेल्या शब्दांचा अर्थ लागतो व तो ३ या संवेदनकेंद्रांत पोंचतो या ठिकाणीं अर्थानुसार सहसंवेदना निर्माण होतात. या सर्व संवेदना ४ या चेतनाकेंद्रामधून आपल्या नरड्यांतील, ५ तोंडाला, ६ शब्देंद्रियाला व ७ छाती आणि पोट यांमधील पडद्याला (हवेच्या दाबासाठीं) स्नायूंचें कार्य (अर्थ व

वाचतों किंवा बोलतों तेव्हां —



संवेदना यांनुसार) करण्यास आदेश मिळतो. या आदेशाप्रमाणें शब्दोच्चार झाले कीं त्यांच्या ध्वनिलहरी, ८ स्वतःच्या कानांत (व दुसऱ्याच्या) शिरतात व उच्चारलेले शब्द स्वतःला (व दुसऱ्याला) ऐकूं जातात. हे शब्द ऐकूं आल्यावर ९ या कनिष्ठ ध्वनिकेंद्रांतून (Lower ear center) वरिष्ठ ध्वनिकेंद्रांत जातात (Higher ear center). त्या ठिकाणीं आवाजाच्या चढउताराची व उच्चाराची चिकित्सा होऊन पुन्हां संवेदनकेंद्रांत जातात व त्या ठिकाणीं झालेल्या सर्व कार्यांची तपासणी होऊन कार्य पुरें होतें.

शकणार नाहीं. हृदयाचें कार्य श्वासानें घेतलेल्या हवेंतील प्राणवायु काढून घेणें व तो रक्तांत मिसळावयाला लावणें, ताजें व शुद्ध रक्त शरीरांतील सर्व अवयवांकडे पोचविणें, आपलें कार्य करून आलेलें रक्त परत शुद्ध करणें, उच्छ्वासाबरोबर रक्तांतील पाणी घेऊन त्याची वाफ करून सोडणें, शुद्ध रक्त आपलें कार्य करून फुप्फुसांत परत येतांना कार्बन डायॉक्साइड आणतें, तोहि उच्छ्वासाबरोबर बाहेर टाकणें वगैरे कार्यें करीत असतें. हृदयाला कोणी जळत्या स्टोव्हची उपमा देतात. कारण आपल्या जगण्याला आवश्यक ती उष्णता हें हृदयच निर्माण करतें.

मेंदू हृदयाच्या श्रमाचें चीज करतो. म्हणजे हृदयाच्या कार्यामुळें जिवंत राहणाऱ्या शरीराला कार्योद्युक्त करणें, कोणत्या प्रसंगीं कसें वागावें, कसें बोलावें हें शरीराच्या निरनिराळ्या अवयवांना सांगणें वगैरे कार्यें करीत असतो. हृदयाची क्रिया योग्य कार्य करेनाशी झाली, कीं मनुष्याच्या जिवाला धोका निर्माण होतो, आणि मेंदूचें कार्य योग्य रीतीनें होईनासें झालें कीं मनुष्याचें जीवन नीरस होतें. हृदयाच्या कार्यासंबंधींचें तपशीलवार विवेचन करण्यापूर्वीं प्रथम मेंदूशीं संलग्न अशीं जीं पांच महत्त्वाचीं कार्यें आपलें शरीर करतें त्यासंबंधींचा विचार करूंया. हीं पांच कार्यें म्हणजे पंचेंद्रियांचीं कार्यें होत.

नाक, कान, जीभ, नेत्र व त्वचा हीं पंचेंद्रियें होत. बाह्य व्यवहाराचें सर्व ज्ञान हीं पांच इंद्रियें घेतात व मेंदूला कळवितात. मेंदूला राजा म्हटलें तर हीं पंचेंद्रियें त्याचे हेरच म्हणायचे. आतां यांचें कार्य कसें काय चालतें तें पाहायचें.

जीभ

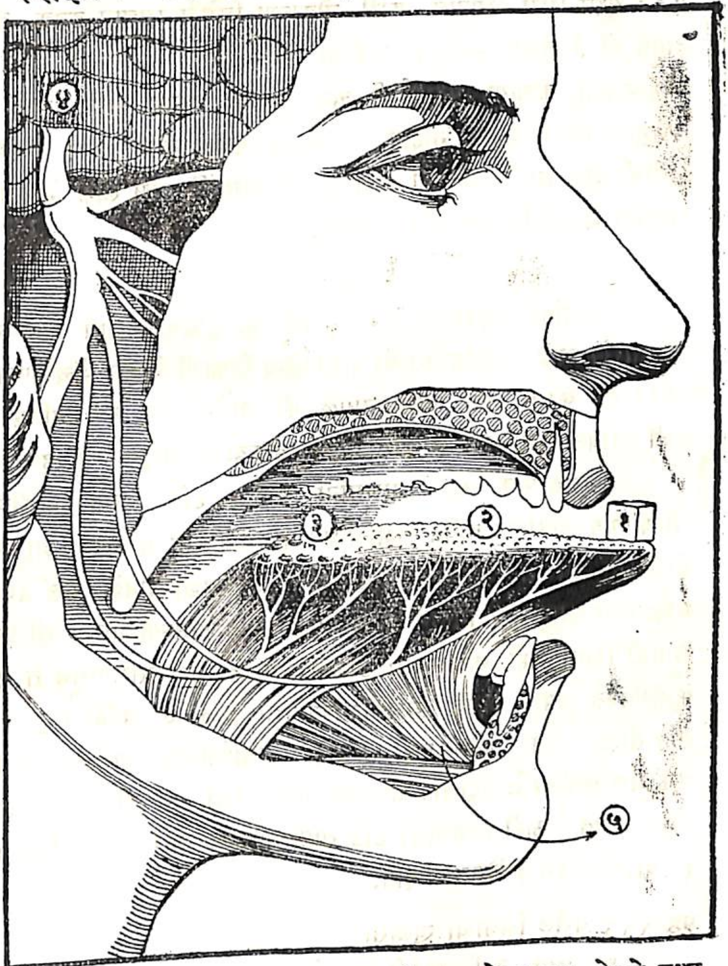
जीभ तोंडाबाहेर काढून ती कशी दिसते, तें आरशांत पाहा. जिभेचा पृष्ठभाग खरखरीत व लाल दिसेल आणि त्यावर असंख्य लहान लहान

पृष्ठ २५७ वरील चित्राचा खुलासा—

१ गोडी कळणारा जिभेचा भाग. २ आंबटपणा कळणारा जिभेचा भाग–आम्लस्थान. ३ कडवटपणा कळणारा जिभेचा भाग. ४ मेंदूचें रुचिकेंद्र (व या केंद्रापासून जिभेपर्यंत जाणाऱ्या शिरा.) ५ जिभेला चालना देणारे स्नायू.

एखादा पदार्थ चाखला किंवा खाल्ला कीं तो गोड आहे कीं तिखट आहे हें जिभेला पदार्थ लागतो न लागतो इतक्यांत आपल्याला समजतें.

रसज्ञान–चव घेतों तेव्हां––



जिभेवर ज्या पुटकुळ्या असतात त्यांच्यामध्यें व कडेला चव घेणारे सूक्ष्म पिंड असतात. दोन पुटकुळ्यांच्या मध्यें असणाऱ्या खाचांच्या खालीं लाळ उत्पन्न करणारे पिंड असतात व ते आवडत्या रुचीचा पदार्थ पाहिला किंवा चाखला कीं लाळ उत्पन्न करतात. साधारणतः गोडी जिभेच्या टोकाला जास्त कळते. कडवटपण जिभेच्या बुडख्याला, आंबटपणा जिभेच्या बाजूच्या भागाला विशेष कळतो म्हणतात.

पुटकुळ्या दिसतील. या प्रत्येक पुटकुळीच्या खालीं रसज्ञान असणाऱ्या ५०० सूक्ष्म शिरा असतात. कांहीं लोकांच्या जिभेचें रसज्ञान इतकें तीव्र असतें कीं तें एका ठरावीक चवीचा पदार्थ झाला आहे कीं नाहीं व कोणत्यापेक्षां कोणत्या पदार्थांची चव चांगली अगर वाईट आहे हें वर्षांनुवर्षें विसरूं शकत नाहींत. दारूच्या कारखान्यांत एका विशिष्ट चवीची दारू झाली आहे कीं नाहीं हें पाहण्यासाठीं असे लोक नेमतात. चहाच्या मळ्यांतहि असे लोक असतात.

डोळे

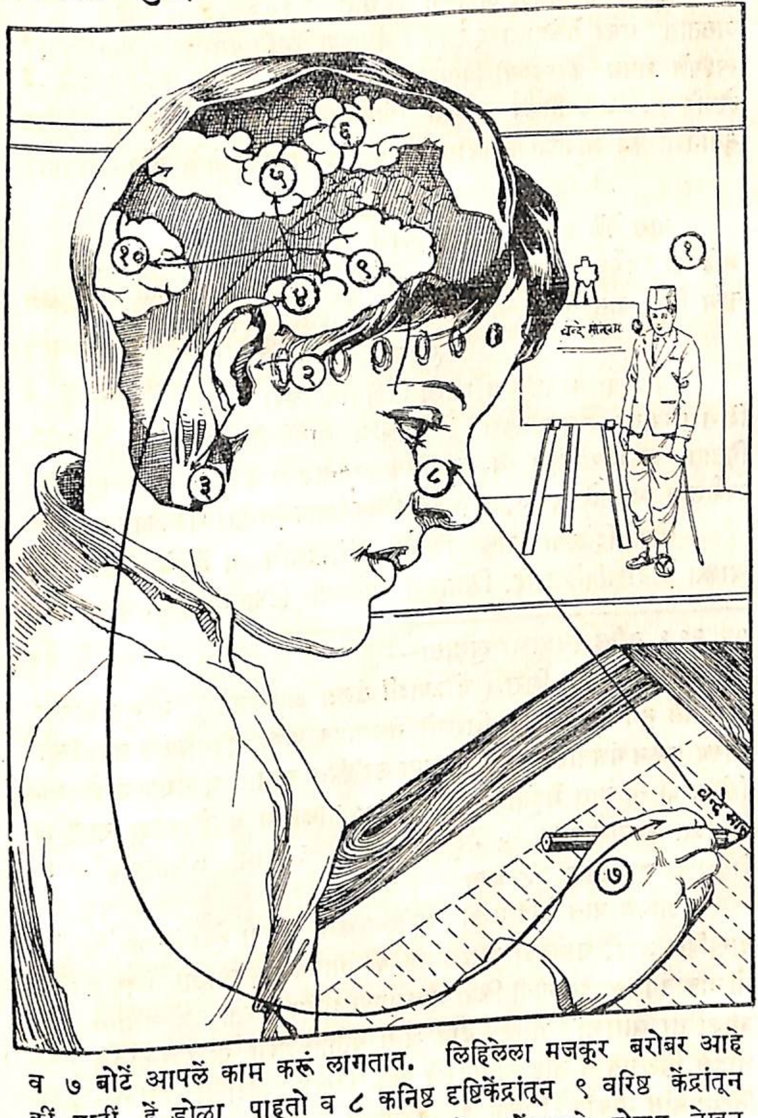
डोळ्यांमुळें आपल्याला दिसतें, पण या डोळ्यांचें कार्य पाण्याच्या नळासारखें आहे. नळांत आलेलें पाणी योग्य ठिकाणीं नेऊन पोंचविण्याचें काम फक्त करतां येतें. पाणी चांगलें कीं वाईट, इष्ट कीं अनिष्ट हें कांहीं ठरवितां येत नाहीं. तें काम मेंदूचें. डोळ्याला जासूद असें म्हणतात.

शंभरांत फक्त सहा माणसांना उत्कृष्ट दृष्टि असते. बाकीच्या चौऱ्याणव लोकांच्या दृष्टींत कमीअधिक प्रमाणांत दोष असतोच. आपल्या डोळ्यांची उघडझांप $\frac{1}{6}$ सेकंदांत पूर्ण होते. दर ताशीं दोनशें मैल वेगानें धांवणाऱ्या वस्तूपासून निदान ३०० फूट लांब असल्याशिवाय ती वस्तू चांगली दिसत नाहीं. साधारणतः डोळ्यांपासून ८ इंच अंतरापासून ते २० फर्लांगपर्यंत स्पष्ट दिसतें. मधमाशीच्यापेक्षां १००० पटीनें मनुष्याची दृष्टि तीक्ष्ण असते. श्येन पक्षी (बहिरी ससाण्याच्या जातीचा पक्षी) एक मैल लांबीवरील पदार्थहि सूक्ष्मपणें पाहूं शकतो, एवढी त्याची दृष्टि तीक्ष्ण असते. कांहीं माणसांची दृष्टि स्पष्ट असली तरी त्यांना कांहीं रंग (उदा. लाल रंग) दिसत नाहींत.

पृष्ठ २५९ वरील चित्राचा खुलासा—

१ शिक्षक २ शिक्षकांनीं उच्चारलेल्या शब्दांच्या ध्वनिलहरी कानांत शिरत आहेत. ३ ध्वनी खालच्या ध्वनिकेंद्राकडे प्रथम जातो नंतर ४ या आकड्यानें दाखविलेल्या वरच्या कर्णकेंद्राकडे पोचतो. वरच्या ध्वनिकेंद्राकडून ५ या ठिकाणीं दाखविलेल्या संयोजनकेंद्राकडे आदेश पोचतो व तेथून ६ आकड्यानें दाखविलेल्या चेतनाकेंद्राकडे पुढील व्यवस्था लावण्यासाठीं जातो. नंतर चेतनाकेंद्राकडून हाताला क्रियेची आज्ञा मिळते

वर्गांत शुद्धलेखन लिहितों तेव्हां—



व ७ बोटें आपलें काम करूं लागतात. लिहिलेला मजकूर बरोबर आहे कीं नाहीं हें डोळा पाहतो व ८ कनिष्ठ दृष्टिकेंद्रांतून ९ वरिष्ठ केंद्रांतून १० आदेशकेंद्राकडे जातो व तेथून तो चेतनाकेंद्राकडे पोचून लेखन बरोबर झालें कीं नाहीं हें ठरतें.

कान

कानाच्या अगदीं आंतल्या पडद्यांत १३००० ध्वनिग्राहक पिंड असतात. एका सेकंदाला ३२००० कंपांच्या वेगानें पसरणाऱ्या ध्वनिलहरी स्पष्टपणें श्रवण करण्याची आपल्या कानांत शक्ति आहे. दर सेकंदाला होणारे ४००० ध्वनिकंप उष्णता देऊं शकतात, एवढेंच नव्हे तर नाजूक सुतानें ते कंप आपल्या कातडीस पोंचविले तर कातडी भाजते असें म्हणतात.

नाक

वास घेणें एवढेंच फक्त नाकाचें काम आहे. तो वास 'सुगंध' आहे कीं 'दुर्गंध' आहे हें मेंदू ठरवितो. नाकाच्या पडद्यांतील हजारो सूक्ष्म शिरा वास मेंदूला पोंचविण्याचें कार्य करीत असतात.

त्वचा

आपल्या कातडीच्या खालीं लक्षावधि शिरा आहेत. त्यांपैकीं कांहीं शिरा एखाद्या वस्तूला स्पर्श होतांक्षणींच त्यासंबंधींचें वृत्त मेंदूला पोंचवितात. या शिरांमधून जे रक्तगोलक असतात ते हें कार्य करतात. असें स्पर्शज्ञान असणारे ५००,००० रक्तगोलक आपल्या शरीरांत असतात.

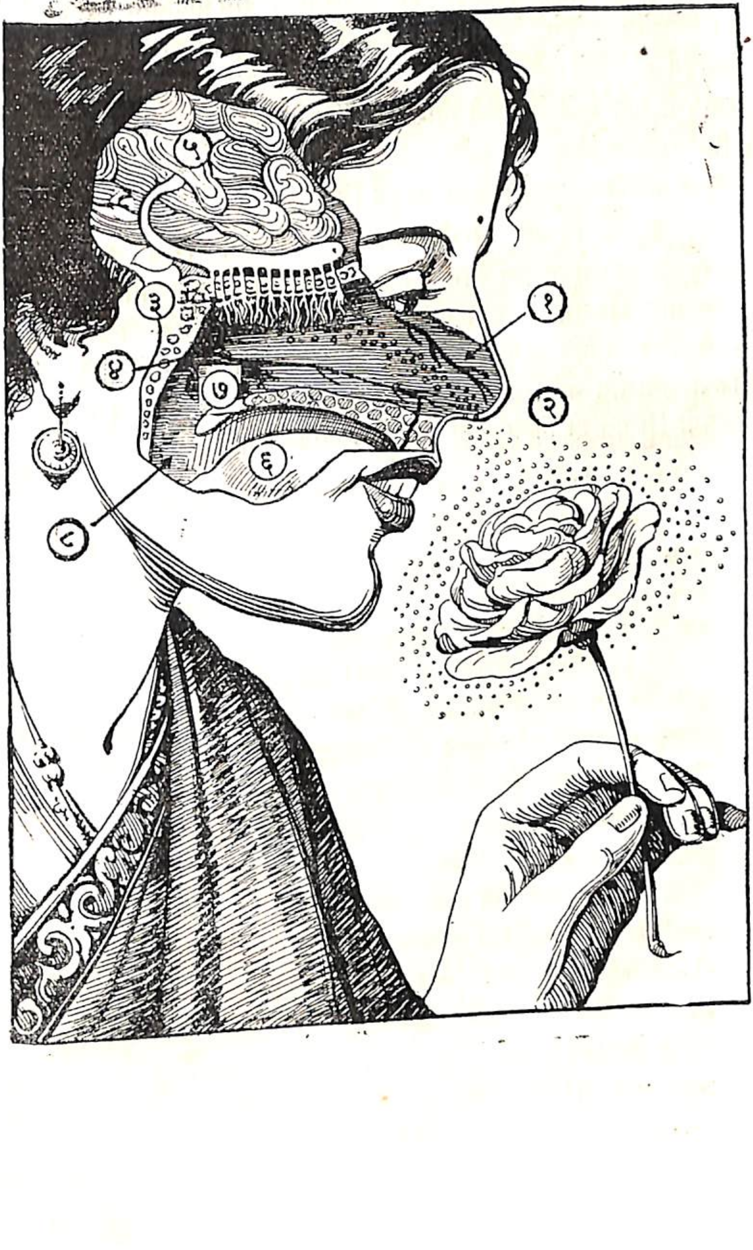
सोबत दिलेल्या पांच चित्रांत पंचेंद्रियांचें व मेंदूचें कार्य कसें चालतें हें दाखविलें आहे. चित्रांच्या खालच्या टिपा लक्षपूर्वक वाचाव्या.

पृष्ठ २६१ वरील चित्राचा खुलासा—

१ नाकांतील शिरा (डोळ्याशीं संलग्न असलेल्या). २ गुलाबाच्या फुलांतील सुगंधाचे नाकांत शिरणारे गंधवाहक कण. ३ गंधकण द्रवस्वरूप धारण करून गंधवाहक सूक्ष्म शिरांना उद्दीपित करतात व मुख्य गंधवाहक शिरेकरवीं तो वास मेंदूला पोचवितात. ४ नाकाच्या व तोंडाच्या स्नायूंना उत्तेजित करणारी शीर. ५ मेंदूचें गंधकेंद्र. ६ जीभ. ७ टाळू व घशा-शेजारची मृदु टाळू. ८ घसा.

आपण वास घेतों तेव्हां शरीरांत काय क्रिया होते हें या चित्रांत दाखविलें आहे. घाणेरडा वास आला कीं आपण उच्छ्वासाच्या झटक्यांनीं तो नाकांत शिरूं देत नाहीं किंवा नाकपुड्या दाबून टाकतों. पण चांगला वास आला तर जोराचा आणि दीर्घ श्वास घेतों. अशा वेळीं कांहींचे डोळे थोडेसे मिटतात व तोंड चंबूसारखें होतें. तिखट कांदा चिरतांना त्याचा तिखट वास नाकांत शिरून १ आकड्यानें दाखविलेल्या शिरांमधून तो डोळ्यांत जातो व डोळ्याला पाणी येतें.

आपण वास घेतों तेव्हां--



पृष्ठ २६३ वरील चित्राचा खुलासा—

२ बोट भाजल्यामुळें चटका मिळाल्याचा बोध बोटांतील शिरेकरवी या संदेशकेंद्रांत येतो. १ संवेदनावाहक शिरांकडून आलेला संदेश संदेशकेंद्रांतून संवेदनाकेंद्राला पोचतो. ३ संवेदनाकेंद्राकडून आलेला आदेश—स्नायूंना हात मागें घेण्याची आज्ञा-पोचविणारे स्नायू. ४ हात व हातांतील कार्यक्षम शिरा. ५ कंदील. ६ बोटाच्या टोकाला बसलेला चटका मेंदूला पोचविणाऱ्या बोटांतल्या नाजूक शिरा.

वरच्या चित्रांत दाखविल्याप्रमाणें कंदीलाला किंवा कुठल्याहि तापलेल्या पदार्थाला हात लागतांच (किंवा शरीराच्या कुठल्याहि भागाला कोणत्याहि कारणामुळें चटका बसतांच) चटका बसला आहे तेव्हां हात मागें घेतला पाहिजे असें मेंदू ठरवितो व स्नायूकरवीं हात मागें घेतो. हीं क्रिया क्षणार्धांत नव्हे तात्काळ घडते. इतक्या जलद ही सर्व क्रिया होते. वरच्या चित्रांत ही क्रिया कशी होते हें दाखविलें आहे.

स्पर्शज्ञान-हात भाजतो तेव्हां--



श्रीज्ञानेश्वर प्रेस, कोल्हापूर.